



RIETI Policy Discussion Paper Series 23-P-003

デジタル化による製造業の競争戦略： プラットフォーム理論による検証

元橋 一之
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

デジタル化による製造業の競争戦略：プラットフォーム理論による検証

元橋 一之（経済産業研究所/東京大学）

要旨

AI やビッグデータの活用が製造業において進む中で、モノづくりの在り方についてもデジタルサービス化を含めた変革が見られる。本稿ではプラットフォーム理論を用いて、製造業におけるデジタルイノベーションの現状と GAFA 等のインターネットプラットフォーマーを含めた異業種との競争戦略について検討を行った。コマツや GE 等に見られる既存企業の IoT アプリケーションについては、B2C インターネットプラットフォーマーとの競合を直接受ける状況ではないが、プラットフォーム経済が持つネットワーク効果は産業構造を急激に変革させる力を持つ。製造企業としては顧客データを活用したデジタルサービス開発を進めていくことが必須である。また、異業種企業も含めたエコシステム構築を見据えた戦略の重要性が高まっており、シナリオ分析等によって将来の予見性と状況変化に対する柔軟な対応能力が必要とされる。

キーワード：IoT（Internet of Things）、プラットフォーム理論、競争戦略

JEL classification: L60、O36

RIETI ポリシー・ディスカッション・ペーパーは、RIETI の研究に関連して作成され、政策をめぐる議論にタイムリーに貢献することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

ⁱ 本稿は、（独）経済産業研究所におけるプロジェクト「イノベーションエコシステムの生成プロセスに関する研究」の成果の一部である。本稿の原案は、経済産業研究所（RIETI）のディスカッション・ペーパー検討会で発表を行ったものである。検討会参加者からの有益なコメントに感謝したい。

1. はじめに

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。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 (元橋、2020)。

このようにビッグデータを基軸としたイノベーションの可能性が広がる中で、大量のインターネット情報や顧客データをベースにビジネスを拡大するインターネットプラットフォームが台頭してきている。GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon) と呼ばれる米国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。

GAFA や BAT (Baidu, Alibaba, Tencent) は膨大な検索エンジン、SNS 上の個人情報や顧客の購買履歴情報をベースとしたインターネット関連ビジネスで成長をしてきたが、IoT センサーやそのアプリケーションの導入が進むことで、ビッグデータによるプラットフォームビジネスは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)。例えばコマツは同社の建設機械の稼働状況に関するデータをグローバルに収集し、半自動運転機能などの付加価値サービスに活用している。自動車業界はデジタル技術を活用した CASE (Connect, Autonomous, Share, Electric) の波に晒されている。特に自動運転 (Autonomous) の分野では、Google や Baidu といったインターネットプラットフォームの参入も見られ、業界内で閉じていた競争構造の変革が進んでいる。

経済のデジタル化、特に近年では AI・IoT・ビッグデータによる新しい情報技術の進展が進む中でプラットフォームビジネスの台頭が見られるが、その急速な成長は電子商取引やインターネット広告を中心とした B2C ビジネスに支えられている。一方で、例えばコマツが展開しているスマートコンストラクションは建設業界を対象としたものであり、また自動運転はモビリティに関する技術である。果たして、業界ごとのドメイン知識やノウハウが重要となる B2B ビジネスにおいてインターネットプラットフォームの参入は既存プレイヤーを駆逐する破壊的イノベーションになるのだろうか？このようにデジタル化が日本企業の強みとされるモノづくり競争力に対してどのような影響を及ぼすのかは必ずしも明らかになっていないとは言えない。

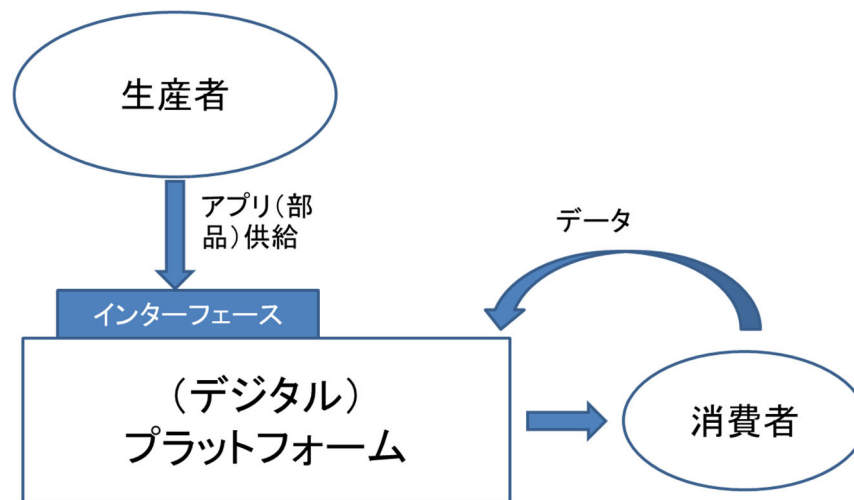
本稿ではプラットフォーム理論をベースに、B2B ビジネスにおけるプラットフォームの機能と役割と、デジタル化の更なる進展と既存の製造業の変革の方向性について検討する

こととする。プラットフォーム理論については、プラットフォームを複数のグループ間の取引を媒介するものとして捉え、そこに生じるネットワーク外部性や市場競争に関する分析を行う経済学的アプローチと技術プラットフォームを製品設計においてモジュラーイノベーションを促進するための技術デザインとして捉える工学的アプローチが存在する(Gawer, 2014)。また、エコシステムを、その構成要素間の補完的關係（スーパーモジュラリティ）に着目し、ヒエラルキー型のサプライチェーン構造とプレイヤー間の調整が行われない市場取引の中間的組織としてとらえる経営戦略理論からの検討も進んでいる（Jacobides et. al, 2018）。

ここでは、これらの様々な方面からのプラットフォームやエコシステムに関する理論的研究をベースに、デジタル化による製造業の変革について検証を行う。具体的には、B2C インターネットプラットフォーマーは既存製造業の産業構造の破壊的イノベーターとなりうるのかについて検証する。また、その検討結果をベースに、デジタルサービタイゼーション（例えば、自動車産業からモビリティサービスへの転換）が進む製造業の構造変化に対する既存企業の戦略についてインプリケーションを導出する。

2. プラットフォームとネットワーク効果の類型

経済学的アプローチによるプラットフォームは、図1のように生産者と消費者の取引を仲介する経営資源として定義される（van Alstyne et. al, 2016）。iOS やアンドロイドといったスマートフォンの事例で説明すると、プラットフォームの所有者は Apple（iOS）や Google（アンドロイド）であり、生産者は OS 上で起動するアプリ業者、消費者はスマートフォンの一般ユーザーとなる。また、自動車産業においては、トヨタ自動車のようなメーカーが部品メーカー（生産者）と自動車を利用する一般ユーザーの間のプラットフォーム機能を担っているということもできる。ただし、生産者とプラットフォーム所有者の関係として、スマートフォンの事例では生産者（アプリ開発者）が基本的にプラットフォームを通じてサービスを提供できるのに対して（Permissionless Innovation, Cerf, 2012）、自動車産業の事例においては、生産者（部品メーカー）がその製品設計に関して自動車メーカーの管理下に置かれている点で両者は大きく異なる。従って、プラットフォームモデルとは生産者サイドにある程度の自由度が存在する場合を指し、後者の典型的なサプライチェーンについてはパイプラインモデルと呼ばれることもある（van Alstyne et. al, 2016）。



(図1) プラットフォームの概念図

プラットフォームモデルの急成長性、あるいはスケーラビリティは生産者や消費者といった構成要素に存在するネットワーク効果による。このネットワーク効果は直接的ネットワーク効果と間接的ネットワーク効果に分類される (Gawer and Cusumano, 2013)。

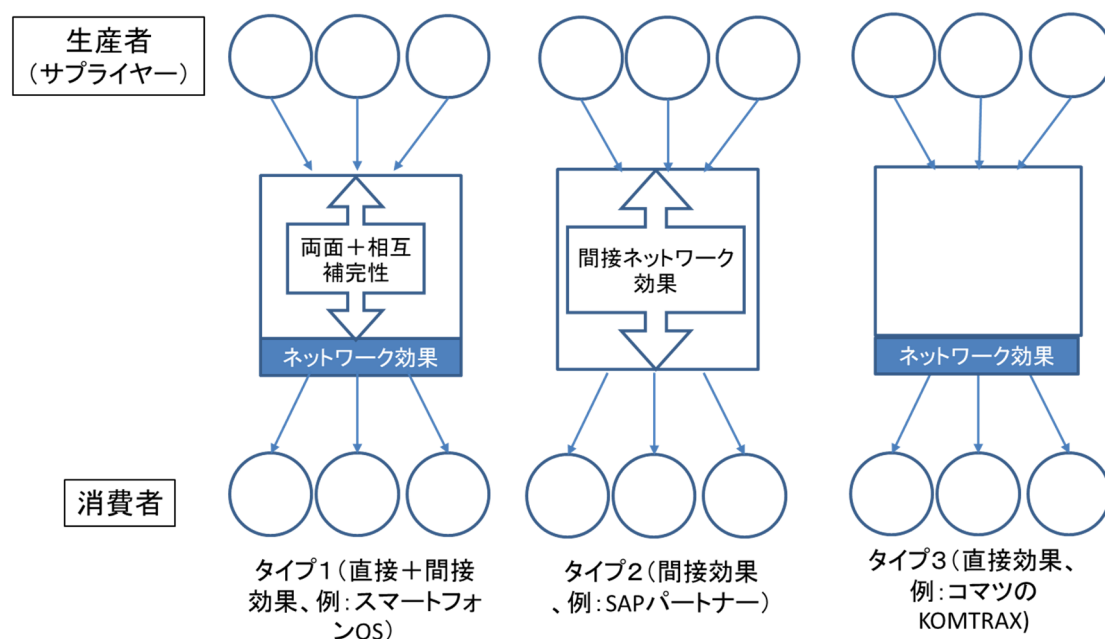
直接的ネットワーク効果とは、主に消費者サイドにおいて、消費者数が増えれば増えるほど、プラットフォームの価値が高まり、それによってより大きな消費者を引き付けるという効果である。直接効果の代表的事例は Facebook などの SNS サイトや通信サービスなどに見られる古典的なネットワーク効果であるが、ユーザーが多いほど個々のユーザーの便益が上がる。それによって更に多くのユーザーを集めるというポジティブフィードバックが働く。¹

一方で、間接的ネットワーク効果は、プラットフォームが媒介している生産者サイドと顧客サイドの相互作用によって生じるものである。スマートフォンのプラットフォームにおいては多様なアプリを利用することが可能であるが、消費者サイド（スマートフォンユーザー）から見ると多くのアプリを抱えているプラットフォームがより魅力的である。これが多くのアプリ開発業者を集めて、スマートフォンプラットフォームとしての効能が高まり、更に多くの顧客を集めるというフィードバックループが働いている。

元橋（2020）ではこれらのネットワーク効果の有無によって、様々なデジタルプラットフォームを3つのタイプに分類した。つまり、スマートフォンのように直接的プラットフォームと間接的プラットフォームの両者が見られるもの（タイプ1）、例えばERPソフト（例えばSAP）にみられる生産者サイドのエコシステムのように間接的プラットフォームのみが存在し、直接的ネットワークが見られないもの（タイプ2）、生産機器メーカーの

¹ 経営学者のジョークとして、世界で最も有能なセールスマンは誰かというものがある。答えは電話機を最初に売ることができた人である。

IoT アプリケーション（例えばコマツの KOMTRAX）にみられる直接的ネットワークのみが存在するもの（タイプ3）である（図2）。



(図2) プラットフォームの類型

タイプ1に分類されるスマートフォンについて多くの説明を要しないと思うが、消費者が消費者を生む直接的ネットワークに、より多くの消費者がプラットフォームの価値を高め、より多くの生産者を呼び込み、アプリの多様性によってより多くの消費者の利用が見込まれる間接的ネットワーク効果が加わり、大きな成長性・スケーラビリティが見込まれる。その結果としてGAFAやBATは急成長してきたのである。

タイプ2の事例としては、SAPによるERP (Enterprise Resource Planning) システム上にアプリケーションを開発するソフトウェア会社を集めたパートナーシッププログラムを挙げることができる (Ceccagnoli et. al, 2002)。ERPは生産、調達、財務・会計、人事といった企業内の様々な業務を統合的に管理することを可能とする基幹ソフトであるが、企業の業態や規模によって多数のオプションが存在する。細かなアプリケーションのすべてをSAPが自前で開発するのではなく、サードパーティが開発したものも同社のシステムとして統合的に提供するものである。この生産者サイドのエコシステムを作り上げるために、SAPはサードパーティに対してSDK (System Development Kit) を提供している。同様のプログラムはMicrosoft (Azureテクノロジーパートナー) やIBM (IBMクラウドパートナー) などにも存在する。ここではSAPが提供するプラットフォーム上のパートナーによるエコシステムが形成されることで、そのユーザーにとってのソフトウェア価値が高まり、逆にユーザーベースの拡大はパートナーが参画するインセンティブとして働く、間接的ネットワーク効果が見られる。しかし、ユーザー企業が増えること自体がユーザー価

値を高めるといった直接的ネットワーク効果は見られない。

タイプ3の事例としては、建設機械メーカーであるコマツのKOMTRAXを挙げることができる。このシステムにおいてはセンサーデータを利用した建設機械に付随する各種付加価値サービスが実装されている。具体的には、建設機械を使用する際にP（パワー）モードとE（エコノミー）モードがあり、個々のユーザーの機器使用状況に応じて省エネに誘導するためにこれらのモードをどう使い分ければ良いかなどの提案が表示される（絹川等、2015）。ユーザー数が増えて、利用状況に関するデータが増えれば増えるほど、精度が高い多様な付加価値サービスの提供が可能となる（直接的ネットワーク効果）。しかし、これらのシステムの作りこみは基本的にコマツが完全にコントロールする形態で行っており、生産者サイドにはプラットフォーム機能は見当たらない。従って、消費者（機器ユーザー）サイドのみのプラットフォームモデルといえる。

3. 製造業におけるIoTサービス化とデータネットワーク効果

前述したコマツのKOMTRAXはIoT（Internet of Things：モノのインターネット）の典型的な事例といえる。コマツが提供する付加価値サービスは、建設機械におけるGPSによる盗難防止機能に始まり、各種センサーを付加することによってCBM（Conditional Based Maintenance）や省エネ運転システム等に広がった。IoTサービスによって得られる需要者の効用は、データの量や質に加えて、AIモデルの予測精度等のパフォーマンスの影響を受ける（元橋、2020）。つまり、個々のユーザーから得られるデータ量や質、その種類に加えて、データを加工しユーザー価値を高めるサービスに展開できるデータ活用能力（AI能力）がネットワーク効果の源泉となっている。

このIoT型のプラットフォームは、前節では直接的ネットワーク効果を有するタイプ3と整理したが、ここでのネットワーク効果は、ユーザー数の増加によってその効用が増加する電気通信サービスなどにみられる古典的なものとは性格を異にする。単にユーザー数が多く、データ数がおおければ経済外部性が強く働くというものではなく、ビッグデータを活用しユーザー価値を増大させるためのモデルを構築するAI活用能力が重要である。また、ユーザーからの製品利用情報を効率的に獲得するためのセンサー技術やエッジコンピューティングも含めたネットワーク技術も必要となる。経済外部性の源泉は、ビッグデータとそこから有益な情報を引き出すデータ解析能力（AI能力）にある、いわばデータネットワーク効果というべきものである（Gregory et. al, 2021）。

このデータネットワーク効果はB2CプラットフォームであるAmazonの電子商取引、GoogleやFacebookの広告ビジネス等は膨大な個人データをそれぞれが有するAI能力を駆使することで実現している。また、プラットフォームにおけるデータの生産者と消費者が同一である点でもIoTプラットフォームと共通である（電子商取引の購買履歴・SNS投稿については個人ユーザー、IoTプラットフォームについては機器ユーザー）。ただし、これらのB2Cプラットフォームは、Amazonについては出版社、Facebookについては広告

主といった別の市場に面しており、データ生産者以外のプレイヤーを引き付けている (Hagi and Wright, 2015)。つまり、異なる市場との間の間接的ネットワーク効果も併せ持っており、タイプ1プラットフォームに分類される。

一方で、タイプ3プラットフォームであるコマツ等のIoTプラットフォームが生産者サイドもプラットフォーム化することでタイプ1に転換できるか？この点では、GEのPredixの事例が興味深い。PredixはGEが強みとしてきたジェットエンジン、風力発電機器などにおけるデータ活用モデル（モデル3）を、その他の産業用機器全体に横展開しようという試みである（経団連21世紀研究所、2017）。そのためGEデータという製造業におけるデータビジネスに関する部門を立ち上げ、Industrial Internet Consortium（IIC）という標準化活動をリードしてきた。様々な産業用アプリケーションをそろえるタイプ1型のプラットフォームを目指してきたが、最終的にはデータ事業を縮小し、従来型の個別機器ごとの戦略（タイプ3）に後退させる決定をした。

IoTアプリケーションにおいては、特定の用途を想定して設計、製造されたモノ（建設用途の建設機械、航空機推進力のためのジェットエンジン等）の特性を活かしたアプリケーションとなっている。建設機械は建設現場用途、ジェットエンジンは飛行機エンジン用途というように、それぞれの用途が存在するので、ユーザーにおける利用範囲は限定的である。その一方でタイプ1プラットフォームがベースとしているのは、スマートフォンという用途の多様性に対応するモノである。つまり、汎用技術（General Purpose Technology）の特性として、モノの技術進歩に伴って多種多様な活用方法が可能となるという点が異なる。その結果として、多様なビジネスアプリケーションユーザーが集まり、Multi-sided Platformが形成される。また、プラットフォームの所有者においては、その用途をコントロールするのではなく、プラットフォーム上にエコシステムを形成して、ある程度の自由度を持たせて適用領域の拡大を図る誘因が働く。

一方で、IoTプラットフォーム（タイプ3）におけるサービスは特定用途のモノと一体で提供されるもので、データのビジネス価値の発展性の面でも機器側の制約を受ける。また、アプリケーション開発は機器の特性に応じて行う必要があり、かつ適応領域ごとのドメイン知識が必要となる。従って、プラットフォームの所有者＝機器技術のオーナーとなり、アプリケーションサイドにエコシステムを構築し、その参加者とパートナーシップを構築するというより、サプライヤーとして自社のサプライチェーンに組み込むという誘因が強く働く。

また、アプリケーションにおける制約は、データを多面的に活用することでデータ提供者に対するユーザーサービスを向上させるというデータネットワーク効果も相対的に小さくなる。従って、プラットフォームの所有者が生産者サイドにエコシステムを設けようとしても、エコシステムに対してサービス提供を行うプレイヤーが参加する誘因も小さくなる。従って、GEのようにPREDIX上に他社の参画を呼び掛けても、PREDIXのユーザーが限定的であるため、各社が有する独自のネットワークでサービスを提供する方が合理的

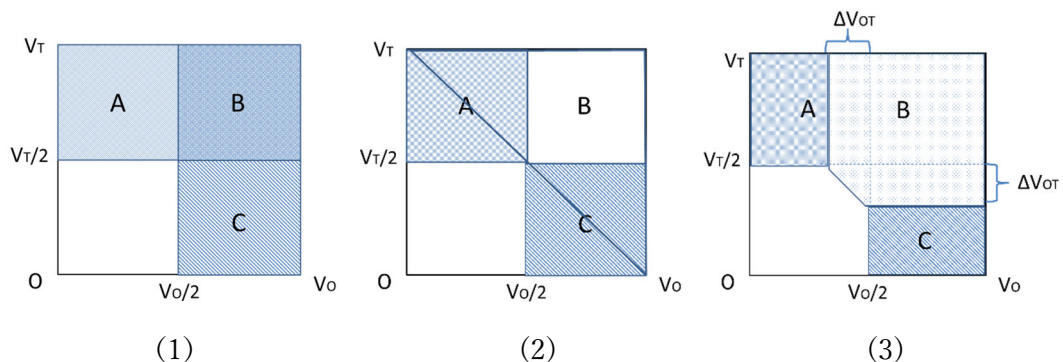
となる。このように、製造業におけるタイプ1プラットフォームの可能性については、その可能性がないとは言い切れないものの、非常に困難であることは確かである。

4. スマートフォンプラットフォームによる攻撃可能性

それではタイプ1プラットフォームがタイプ3のIoTプラットフォームの領域にビジネスを拡張する可能性はどうだろうか？ここではGAFAに代表されるスマートフォンプラットフォームの攻撃によって製造業のIoTプラットフォームが脅かされる可能性があるのかについて検討する。

より具体的には、スマートフォンの顧客ベースによって構築されているネットワーク効果を梃として、コマツが展開するスマートコンストラクションや自動運転サービス等に展開し、既存の製造業プレイヤーを脅かす存在になりうるのかという問題設定である。ここでは、ミクロ経済学による製品バンドリングモデルを拡張した Eisenmann et. al (2011) によるプラットフォームエンベロップメント (Platform Envelopment) モデルをベースに検証する。

ここで、スマートフォンを用いた各種サービスとIoTサービスが独立に提供され、それぞれのサービスに対する顧客の効用が $0 \sim V_o$ (O は Original Service、スマートフォンサービス)、 $0 \sim V_T$ (T は Target、スマートフォンサービス事業者が攻撃するIoTサービス) の間に一様に分布しているとする。それぞれの市場において1社が市場独占している状況と考えると、収益最大化としての独占価格 (コスト0とする) は $P_o = 1/2 V_o$ 、 $P_T = 1/2 V_T$ となり、価格以上の効用が得られる顧客がそれぞれのサービス提供を受けることとなる。これを図式化すると図3の(1)のとおりに、スマートフォンサービスを購入する顧客はBとC、IoTサービスを購入する顧客はAとB (Bは両者を購入) となる。



(図3) ネットワーク効果とプラットフォームエンベロップメント

ここでスマートフォンサービス事業者が、このサービスにIoTサービスをバンドルしたサービスを展開することとする。このバンドルサービスの独占価格 $P_{OT} = 1/2 (V_o + V_T)$ となり、 $V_o V_T$ 線よりも右上の顧客について、消費者余剰はそれぞれを別々に購入する場合と同等となる。仮にスマートフォンサービス事業者がスマートフォンのみのサービス提

供を取りやめると既存の IoT サービス事業者は以下のとおり、バンドル購入時の消費者余剰が IoT サービス単体購入時のものより大きくなり、B の顧客を失うこととなる（図 3（2））。

$$V_O^i - \frac{1}{2}V_O + V_T^i - \frac{1}{2}V_T \quad (\text{バンドル購入時}) > \quad V_T^i - \frac{1}{2}V_T \quad (\text{IoT 単体購入時})$$

これまでの議論は IoT サービスとスマートフォンサービスの効用がそれぞれ独立したものであるという前提と置いている。両者に補完的な関係があった場合、あるいはスマートフォンサービス業者は IoT サービスを展開する上で両者の間で間接的ネットワーク効果を活用できる場合は、両者を購入した場合の効用である V_{OT}^i は両者の和である $V_O^i + V_T^i$ を上回るようになる、その際、図 3（3）のとおりに、IoT サービス業者の顧客 A の領域は更に小さくなり、両者のバンドルユーザーは B の領域となる。なお、この際スマートフォンサービス事業者はスマートフォン単独サービスを取りやめる必要はなく、同サービスの顧客は C の領域となる。なおここでの ΔV_{OT} は、両サービスの補完性あるいは間接的ネットワーク効果による効用の増分である（補論参照）。

なお、サービスの補完性と間接的ネットワーク効果は異なるものであることに留意が必要である。例えば自動車における純正カーナビゲーションサービスとスマートフォンが提供するナビゲーションシステムの競争について考えてみる。両者はナビゲーションという意味では代替的なサービスであり両者を導入することのインセンティブは小さい。サービス間に代替性が存在する場合は、補完性の逆でバンドリングサービスを利用するインセンティブは存在しない。しかしながら、スマートフォンが提供するナビゲーションシステムは車以外の移動手段にも用いられ、多くのユーザーが利用することによってより正確な到着時間の予測等が可能となる。これらのネットワーク効果が大きいことで代替的なサービスであるにも係わらず純正サービスにとの置き換わりが生じているのである。なお、自動車会社はこの動向に対して、純正カーナビゲーションシステムをオプションで提供するのではなく、逆に自動車本体にバンドルすることで対抗している。

スマートフォンサービス事業者から IoT サービスに対する攻撃を考える上で重要なのは、当該 IoT サービスがスマートフォンサービスと補完的であるかどうか、またスマートフォンサービスにおけるユーザーベースを利用した間接的ネットワーク効果が発揮されるか否かという点である。また、これまでのモデルでは考慮に入れてなかった供給サイドの効率性、特に範囲の経済性（Economy of Scope）の有無も重要である。前述したナビゲーションシステムはスマートフォン上のアプリとして提供されるため、追加的なコストが少なく、範囲の経済性を享受することができる。その結果として安価、あるいは無料でサービスが提供されるという強みがある。

また、これまでの議論はユーザーが 2 つのサービスでオーバーラップしているという前提に

立っている。スマートフォンのユーザーベースは膨大であるが、現状において IoT アプリケーションの主流といえる産業財のユーザーとは大きく異なる。従って、コマツや GE などのインダストリアルインターネットは、スマートフォンベースのプラットフォームの競争に晒される可能性は比較的小さい。一方で B2C 商品でもある自動車や家電製品等はナビゲーションシステムのようにスマートフォンベースのサービスとの競争が激しくなっている。

5. デジタルサービスの進展と既存製造事業者の戦略

モノづくりのデジタル化は、顧客に対する製品供給とあわせて、付加的サービスを加えて顧客価値の向上、他社との競合優位を築くことが可能とする (Vandermerwe and Rada, 1988)。この製造業のサービス化 (Servitization) は製造業における競争戦略として重要である一方、個々の顧客への過度のカスタム化はコスト上昇を招き、いわゆるサービス化のパラドックスといった状況を引き起こす。デジタル技術を活用したプラットフォーム化、すなわちサービス設計のモジュール化による共通的な資源 (プラットフォーム部分) と個別カスタム化要素の切り分け、は付加サービスの提供にあたっての生産性上昇の切り札となる (Crenamore et. al, 2017)。前述したコマツや GE の顧客利用データを活用した付加価値サービスは、このデジタル付加価値サービスの典型的な事例といえる。

製造業のサービス化に関するより上位概念のコンセプトとしては、モノ中心モデルからサービスモデルへの転換がある (元橋、2014)。これはマーケティングにおけるサービスドミナントデザインに基づく考え方で、製品の提供でとどまるのではなく、製品によって得られる顧客の便益に着目し、製品・サービスイノベーション戦略の再検討を行うものである (Product Push から Value Proposition への転換)。コマツはスマートコンストラクションとして、建設業における測量、土質調査、建設計画の策定、土木作業といった一連のプロセスを効率化するサービスに乗り出している。コマツの建設機器ユーザーは、機器を用いた土木作業を目的として購入判断を行う。従って、コマツとしては、機器販売にとどまらず、顧客に対する提供価値 (Proposed Value) を最大化することを目指してこのサービス設計を行ったものである。

この製造業のサービス化は、顧客価値の向上と新興国企業との競争戦略としての製品差別化において有効であるが、同時にインターネットプラットフォーマーとの競争に晒される危険性をはらんでいる。特に自動車産業においては、MaaS サービス台頭などによって業界構造全体を揺るがす可能性が懸念されている。ここでは、デジタルサービス化が進む中で既存製造事業者としてのどのような戦略をとるべきか検討したい。

重要なのはユーザーデータを活用した IoT サービスの展開を進め、インターネットプラットフォーマーが補完的サービスとして参入する芽を摘んでいくことである。顧客視点でサービスを継続的に向上させていくことによって、インターネットプラットフォーマーにとって補完的と考えられるサービスをより代替的なものに変えることができる。事業開発においては、B2C インターネットアプリケーション等の自社ビジネスとは遠いと思われる

分野との補完的なサービスについても検討することが重要である。

また、インターネットプラットフォームは膨大なユーザーベースを抱えていることから、間接的ネットワーク効果によって競争ルールが大きく転換する可能性がある。従って、インターネットベースの新しいビジネスモデルに目を光らせる必要がある。デジタル化の加速によって従来型ビジネスの破壊（Disruption）をもたらした事例としては、デジタルプロダクト（新聞広告→インターネット広告、ビデオレンタル→オンラインオンデマンドサービス等）やシェアリングエコノミー（タクシー→Ride Hailing サービス、ホテル→民泊事業、等）に関するものが多い（McAfee and Brynjolfsson, 2017）。一方で、産業財にみられるスマートコンストラクションやスマートビルディングは、建設機械メーカーや空調機器メーカーといった既存企業による事業展開のケースが多い。いずれにしても他業界からの破壊的イノベーションは突然起こるものではなく、必ずその予兆があるものである。

現状においてその予兆が見当たらない、あるいは自社にとって大きな脅威となっていない場合は、顧客価値の観点からデジタルサービス事業を展開し、異業種も含めた他社に対する競争優位を構築することが重要である。その際に重要となるのはエコシステム戦略である。新しいデジタルサービスは補完的な製品・サービス提供事業者とのウィンウィンの協力（エコシステム）関係を構築し、スピード感を持って競争優位を構築することが重要である（アドナー、2013）。一方で、自動車産業のようにその予兆が見られる場合においてもエコシステム戦略は重要であるが、将来的なエコシステムの広がりを見ながら、その中で自社の立ち位置を明確にすることが必要になる。ビジネスエコシステムにおいてはリーダー的な企業（キーストーン）とサブ企業（ニッチ）の役割分担が見られるが（Iansiti and Levine, 2004）、市場が明確になっていないイノベーションエコシステムにおいては、このような役割分担が不明確で、様々な企業と多種多様な連携形態がありうる。従って、シナリオ分析を行うことで状況の変化に対して、タイムリーで適切な対応をとる準備をしておくことが肝要である。その際に注意しないといけないのは、ネットワーク効果の存在である。エコシステム競争が行われている初期段階では大きなネットワーク効果は現れない。しかし、一つのエコシステムの様々なプレイヤー、経営資源が集中すると大きなネットワーク効果を持ち、業界構造の激変を招く。そのため必要な措置をタイムリーに打ち出すことができる経営戦略の柔軟性が要求される。

6. まとめ

本稿においては、AI・IoT・ビッグデータによる経済のデジタル化の進行が製造業に与える影響について、プラットフォーム理論をベースに検討してきた。GAFA や BAT といった B2C インターネットプラットフォームの台頭によって、日本が競争力を有する製造業が危機にさらされているという見方がある。ただし、IoT アプリケーションを中心に進む製造業においてデジタルサービスの展開は、機器と一体的な付加価値サービスの展開や

機器利用者の顧客価値向上のための統合サービスの提供として進み、業界におけるドメイン知識が重要である。従って、B2C インターネットプラットフォーマーの脅威はそれほど大きいものになっていない。なお、MaaS や自動運転等の市場として立ち上がっていないサービスが自動車産業に与える影響は無視できないが、自動車メーカー等の既存企業への影響は、個々の企業の今後のエコシステム戦略にかかっているといえるであろう。電気自動車の導入が進むことで、製品技術に対する参入障壁は下がるが、既存企業は製品技術において大きな競争優位を有しており、今後のエコシステム戦略の展開において有利な立場に立っていることは間違いない。

日本企業において懸念材料があるとするれば、これまで自前主義のモノ中心モデルで成功してきた戦略的な慣性によって、デジタル化による業界構造の変革に追いついていけないリスクであろう。大企業中心の自前主義モデルが特徴的であった日本のイノベーションシステムはその改革は進んでいる。しかし、欧米をはじめ、韓国や中国といった周辺諸国において、デジタル経済の台頭とともに進行するプラットフォームやエコシステムモデルに対応した柔軟な企業戦略が浸透する中でそのスピードは遅い。デジタル経済の進行で、グローバル競争環境の変化スピードが速まる中で、日本企業においても柔軟かつ適切な対応が求められている。

(参考文献)

- Ceccagnoli, M, Forman, C., Huang, P. and D. J. Wu (2012), Cocreation of Value in Platform Ecosystem: The Case of Enterprise Software, *MIS Quarterly*, 36(1), 263-290
- Cerf, V. (2012), Keep the Internet Open, *New York Times*, May 24, 2012
- Crenamor, J. Ronnberg Sjodin, D. and Parida, V. (2017), Adopting a platform approach in servitization : Leveraging the value of digitalization, *International Journal of Production Economics* 192(2017), 54-65
- Eisenman, T., Parker, G, and van Alstyne, M. (2010), Platform Envelopment, *Strategic Management Journal*, 32: 1270-1285
- Gawer, A. (2014), Bridging differing perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework, *Research Policy*, 43(2014), 1239-1249
- Gawer, A. and M. Cusumano (2013), Industry Platforms and Ecosystem Innovation, *Journal of Production Innovation Management*, 31(3) : 417-433
- Gregory, R. W., Henfridsson, O., Kaganer, E. and Kyriakou, H, (2021), The role of artificial intelligence and data network effects for creating user value, *Academy of Management Review*, 46(3), 534-551
- Jacobides, M., Cenmano, C. and A. Gawer (2018), Towards a theory of ecosystem, *Strategic Management Journal*, 39, 2255-2276
- Iansiti,, M. and R. Levine (2004), *The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*, Harvard Business School Press, Boston, MA
- Hagiu, A. and J. Wright (2015), Multi-sided platforms, *International Journal of Industrial Organization*, 43, 162-174
- Katz, M. and C. Shapiro (1985), Network Externalities, Competition and Compatibility, *American Economic Journal*, 75(3), 424-440
- Kwon S., and K. Motohashi (2017), How institutional arrangements in the National Innovation System affect industrial competitiveness: A study of Japan and the U.S. with multiagent simulation", *Technological Forecasting and Social Change*, 115, 221-235
- McAfee, A. and E. Brynjolfsson (2017), *Harnessing our Digital Future: Machine, Platform and Crowd*, W. W. Norton & Company, New York
- van Alstyne, M., Parker, G. G. Choudary, S. P. (2016), Pipelines, Platforms and the New Rules of Strategy, *Harvard Business Review*, April 2016
- Vandermerwe, S. and J. Rada (1989), Servitization of business: adding value by adding services, *European Management Journal*, 6(4), 314-324
- Vendrell-Herrero, F., Bustinza O., Parry, G. and N. Georgantzis (2017), Servitization,

digitalization and supply chain interdependency, International Marketing Management, 60(2011) 69-81

アドナー・ロナルド (2013)、『ワイド・レンズ：イノベーションを成功に導くエコシステム戦略』、清水勝彦監訳、東洋経済新報社

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

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

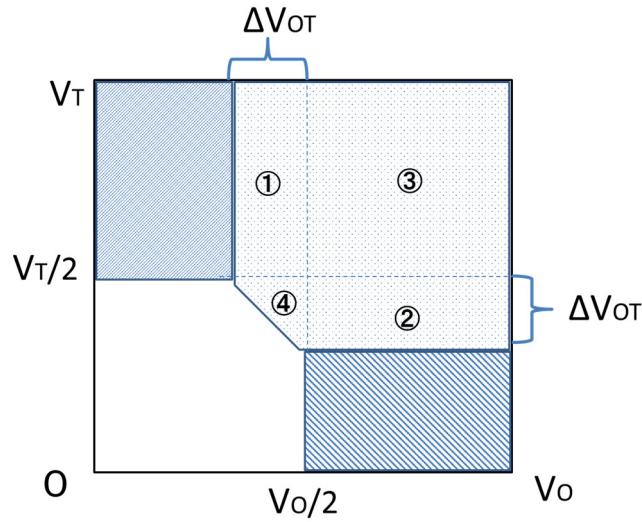
元橋一之 (2020)、「デジタルプラットフォームの進展と産業競争力への影響」, RIETI Policy Discussion Paper Series 20-P-029

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

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

補論

バンドリングサービスを受けることによる消費者余剰の向上については①～④のそれぞれについて以下のとおり。なお、個々の消費者の効用はバンドリングに伴うネットワーク効果によって ΔV_{OT} 増加するとする。



① 図3 (2) においてIoT サービスのみの購買者

A. バンドリングを購入する場合の消費者余剰： $V_{OT}^i - \frac{1}{2}(V_O + V_T)$

B. IoT サービスのみを購入する場合の消費者余剰： $V_T^i - \frac{1}{2}V_T$

$$A-B = V_O^i + V_T^i + \Delta V_{OT} - \frac{1}{2}(V_O + V_T) - \left(V_T^i - \frac{1}{2}V_T\right) = V_O^i - \left(\frac{1}{2}V_O - \Delta V_{OT}\right)$$

つまり $V_O^i > (\frac{1}{2}V_O - \Delta V_{OT})$ の場合、 $A > B$ となる。

② 図3 (2) においてスマートフォンサービスのみの購買者

上記でOとTを逆にすることで、 $V_T^i - (\frac{1}{2}V_T - \Delta V_{OT})$ の場合、 $A > B$ となる。

③ 図3 (2) で両方の購買者

①と②からこの領域はすべて $A > B$ である。

④ 図3 (2) で両方とも購入しない消費者

$V_O^i + V_T^i > \frac{1}{2}(V_O + V_T) - \Delta V_{OT}$ の場合 $A > 0$ となりバンドルサービスを購入することとなる。

以上