

# 第4次産業革命に流れる本質

## 競争軸の大変革に気付けるかが生き残りのカギ



梶野真弘



藤野直明

### CONTENTS

- I 競争軸の変化がもたらす地殻変動
- II 第4次産業革命の本質が理解されない背景
- III 第4次産業革命を生き抜くための処方箋

### 要約

- 1 競争軸が変わった瞬間、トップシェア企業であってもその地位は瞬く間に凋落してしまう。ひたひたと足音を立てて近づいてきている「第4次産業革命」であるが、どうやらその足音は日本企業の耳には聞こえていないように思える。実は、「第4次産業革命」は競争軸を大きく変革させる影響をもたらす、天変地異のようなものである。
- 2 競争軸の変化をももたらす最大の要因に、ものづくりスタイルの変化がある。それがモジュール化である。このモジュール化により、開発のスタイル自体もオープンイノベーション型に変わってきた。しかしながら、多くの日本企業にはこの事実が見えていない。
- 3 第4次産業革命は、モジュール構造のオープンイノベーションに紐付いている。そのため、非連続な競争軸の変化がもたらされる可能性が極めて高い。この変化に対応するべく、日本の製造業は「協調」と「競争」を峻別したオープンイノベーション環境での戦い方をマスターすべきである。
- 4 第4次産業革命を生き抜くためには、企業内において長期的視点に基づいたデジタルイノベーションを推進することが必須である。加えて、中小企業の場合、CPSを効果的に機能させるために、M&Aなどにより企業規模を現状以上に拡大する必要がある。
- 5 第4次産業革命時代においては、モジュールの提供企業と、モジュールを組み合わせて一つのサービスにまとめたインテグレーションサービスの提供企業とでは、戦い方が異なる。前者においてはプロダクトアウトの発想で、モジュール構造を他社との関係でどのように設計できるかが最大のポイントになる。後者においては、マーケットインの発想が必要で、特に企業としての体制として、ダイバーシティ性が強く要求される方向で進むと予測をしている。日本の製造業は、マインドセットを伴う新しい改革が必要となろう。

# I 競争軸の変化がもたらす 地殻変動

競争軸が変わった瞬間、トップシェア企業であってもその地位は瞬く間に凋落してしまう。従来の勝ちパターンが優れているケースほど、凋落の様も劇的になる。ひたひたと足音を立てて近づいてきている「第4次産業革命」であるが、どうやらその足音は日本企業の耳には聞こえていないように思える。実は、第4次産業革命は競争軸を大きく変革させる影響をもたらす、天変地異のようなものである。

本章ではまず、競争軸が変化した場合のインパクトについて、ニコン・キヤノンを事例に「ものづくりにおけるモジュール化の重要性」について整理を行う。続いて、第4次産業革命の本質であるデジタル化がもたらす影響と、ものづくりのサービス化の可能性について言及しつつ、モジュール構造のオープンイノベーションへの理解とその対応力の強化

についても解説する。

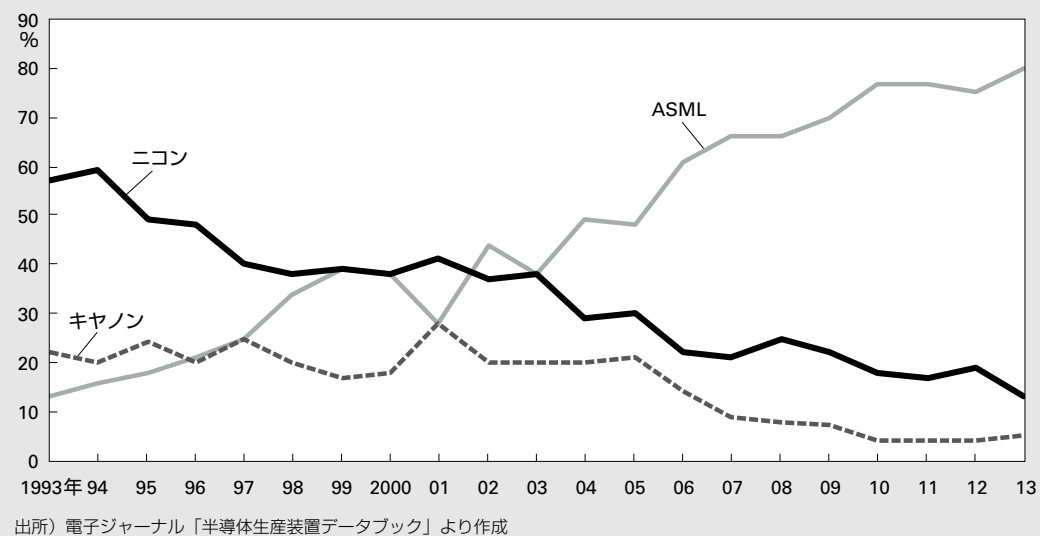
## 1 モジュール化

### (1) ニコン・キヤノンを揺るがした 競争軸の変化

半導体製造に不可欠な基幹装置として、ステッパーと呼ばれる半導体露光装置がある。1995年頃までは、ニコンとキヤノンの2社だけで世界シェア（売上ベース）の70~75%を占める時代が続いていた。この高いシェア獲得は、両社の有するコアコンピタンス、光学技術と精密機械技術を駆使して、勝ち得た地位であった。

しかし、ASMLがこの盤石な基盤を瓦解させることになる。同社は84年にオランダのフィリップスからスピノフした会社であるが、しばらくの間はニコン・キヤノンの後塵を拝していた。ところが、95年以降にモジュール化した設計思想により開発された半導体露光装置の投入を契機に躍進を開始し、2004年にはシェアトップに躍り出て、以降はライ

図1 半導体露光装置の世界市場シェア（売上ベース）



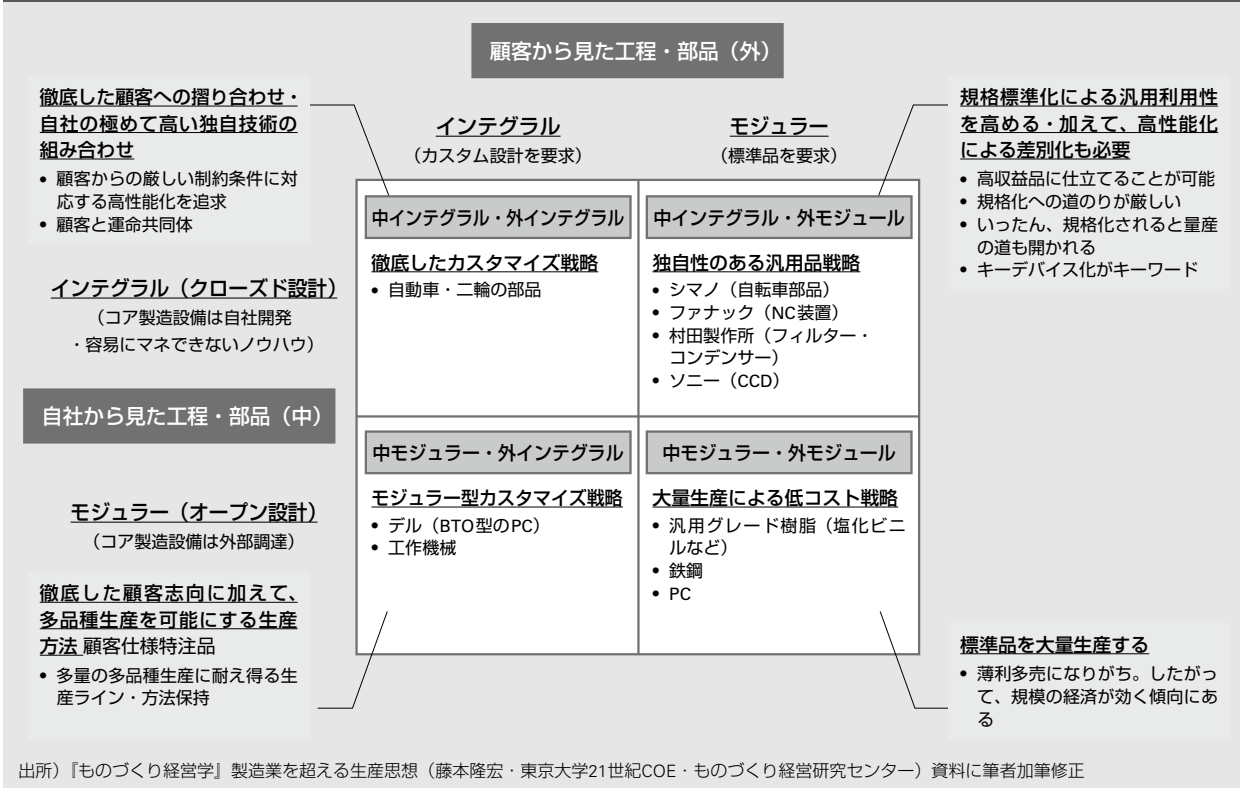
バルの追随を許さず、圧倒的な差を維持し続けている。最新型の世代（ArF液浸）タイプでは、実に90%以上ものシェアを獲得している（図1）。

この半導体露光装置は、世界一高価な製造装置の一つに数えられ、半導体製造には必要不可欠なコアの製造装置である。仕組みとしては、フォトマスク（集積回路原画）をシリコンウエハ表面に塗布されたフォトリソ（感光剤）上に特殊な光を高性能なレンズで縮小照射して、電子回路を焼き付ける装置である。そのため、本装置は光学系・光源・ステージ、ボディ・アライメント系・ソフトウェアなどで構成された極度に高度化された各機能を摺り合わせて、製品化される。技術の粋を自社内で垂直統合して摺り合わせて開発

された、極めて日本の特技を体現したような製品である。実際、製品を出荷する際には、数カ月間、各種データを測定し、半導体露光装置としての精度を保証した形で初めて出荷される。

東京大学の藤本隆宏教授は、『ものづくり経済学』（光文社新書、2007年）の中で、ものづくり設計思想のポジショニング戦略として、製品市場と内部部品構造の2軸から整理するフレームワークを提唱した（図2）。ちなみに、製造時に摺り合わせが多く発生する製品は左上の象限に属し、日本企業が得意としているケースが多い。部品や設計がアナログの時代には、摺り合わせが最終製品への品質に強く影響したため、相当な強みを発揮した。ものづくりの設計方式が徐々にデジタル

図2 ものづくり設計思想のポジショニング戦略



にシフトし、日本以外の企業でも摺り合わせが容易になってきた面もあるが、依然として日本企業が強みを発揮する領域となっている。

この分類によると、半導体露光装置は左上の象限に属する究極の「摺り合わせ製品」となる。究極の精度を求め、複数の機能を摺り合わせた製品ということは誰しもが異論のないところであろう。ただし、現状においては、ニコンとキヤノンのシェアは、ASMLの後塵を拝し、昔日の栄光は見ると影もない状況となっている。

では、日本が得意なはずの「摺り合わせ製品」において、このような大逆転劇が何故発生したのであろうか。

## (2) ASMLが取ったモジュール化

ASMLのメインの顧客であった韓国・台湾の半導体製造会社は、当時、スループットや稼働率を高める設備へのニーズを強く出していた。一方、ニコンとキヤノンは日本や米国の半導体製造会社から支持されており、スループット以上に、微細性や精度へのニーズが高かった。その結果、ニコンとキヤノンは微細性や精度確保をするため、摺り合わせの精度をより高めた設計概念の製品投入を行った。ただし、微細性や精度確保と引き替えに、機差（癖の強さ）が大きくなる傾向があった。

こうした日本勢の動きに対し、ASMLは、「半導体露光装置は究極の摺り合わせ製品である（＝垂直統合で製品化）」ことが常識と

表1 半導体露光装置メーカー別 機能別担当状況

機能		ASML	ニコン	キヤノン
レンズ系	設計・開発	他社	自社	自社+ 自社グループ
	製造			
照明系	設計・開発・製造	他社	自社	自社
ステージ系	設計・開発	フィリップス グループ	自社	自社
	製造			
光源系	設計・開発・製造	他社	他社	他社
ボディ系	設計・開発・製造	フィリップス グループ	自社+ 自社グループ	自社+ 自社グループ
アライメント系	設計・開発	他社	自社	自社
	製造	他社	他社	他社
ソフトウェア	システム設計	自社	自社	自社
	OS	他社	他社	他社
	ユニット制御	他社	自社	自社
	ツールソフト	自社+他社	自社	自社

されていた中で、スループットや稼働率を高めるべく、光学系・光源・ステージ、ボディ・アライメント系・ソフトウェアなどの開発設計にモジュール構造を取り入れ、自社だけではなく外部メーカーも参加できるオープンイノベーションの構造を取り入れた。

なお、ニコンとキヤノンでは光源と一部のソフトウェア以外は自前調達であり、いわゆる垂直統合となっている（表1）。

さらにASMLは、モジュール構造の導入に当たり、プラットフォームと各モジュール間で十分な標準化を導入したことで、完成した装置毎の機差を小さくすることを実現した。

### (3) グローバルで自律的な連携体制

ASMLはベルギーにある独立系マイクロエレクトロニクス研究機関IMEC (Inter-university Micro Electronics Center) との間でR&D排他的契約を結んでいる。IMEC内には、デバイス・装置・材料メーカー・検査機器の分野においてIIAP (IMEC Industrial Affiliation Program) と呼ばれる共同プロジェクトが多数行われており、オープンイノベーションの構造を利用して、これらの研究成果が複数の関係者内で共有されている。この果実をASMLはうまく活用した。具体的には、より複雑・高度化した技術が求められる半導体露光装置設計に、それらの成果を迅速に投入し、ニコンとキヤノンを凌駕するような微細性や精度も提供できるようになった。これがASML躍進のカギであった。

## 2 デジタル化による

### 企業・業界・業種の壁の崩壊

全てがデジタル化し、データ連携が進展す

ると、従来、企業・業界・業種の前に立ちほだかっていた障壁が取り払われるため、かつては予想もしていなかったさまざまなプレーヤーが競合になる可能性が出てくる。

バリューチェーンがつながることにより、自社バリューチェーンの前後のプレーヤーから浸食を受けることもあれば、製造業自体がよりユーザーに近い小売り・流通側から浸食を受ける可能性もある。これは、製造業にとって、脅威でもあり機会でもある。

実際、ある建築金具を提供している企業が、自社のバリューチェーン拡大により成長戦略を実現しているケースがある。同社は建築金具製造に加えて、個々の建築現場へのデリバリー機能までを自社機能とするように業態を拡大したが、デリバリー機能というサービスを付加したことにより、取引先のシェアを一気に拡大することができた。「データが連携する世界」の到来は、このケース以上のスケールを超えた変化をもたらす可能性が十分にある。

## 3 サービス経済化

デジタル化の進展により、ユーザーともダイレクトにつながり、決済などのモジュールもますます充実した状況になることを想定すると、ペンシルベニア大学のモーリス・コーエン教授が提唱した「製造業のサービタイゼーション」にもあらためて目を向ける必要がある。

ロールスロイスのジェットエンジン、ケーター・コンプレッサーのコンプレッサなど、サービス化が始まった事例も続々と現れており、各種決済のサービスの拡充具合などを考慮に入れると、遠くない将来に製造業がユー

ザーに、モノではなくサービスを販売するという形態が常態化する可能性もある。

## 4 オープンイノベーションと共創化

### (1) いまだ誤解されている

#### 「国際標準化」活動

第4次産業革命の肝となる「CPS（サイバー・フィジカル・システム）」は次の3つの要素を成立させることが求められている。

- バリューチェーン水平統合（企業・国を超えた緊密な国際分業体制を実現するネットワーク）
- 生産システムのネットワーク化（工場の現場と中枢とをリアルタイムに連携する、グローバルで動的な製造ネットワーク+知識データベースシステム）
- エンド・トゥ・エンドのエンジニアリングチェーン（製品企画・設計・生産準備《工程設計、ライン設計、アフターマーケット、サービス》までのエンジニアリングチェーン）

つまり、第4次産業革命自体は、さまざまな部分で最適化がなされていないと、全体が機能しないことになる。さらに、技術的に進化し続けていく要素をこの巨大システムの中に内在させるためには、階層構造を有するモジュール設計を行い、モジュールを入れ替えることでイノベーションを可能とする仕組みが必要となってくる。

このモジュール間のインターフェイスを定めることが標準化なのである。しかしながら、日本においては、官民とも標準化への関心は低いのが実態である。他方、欧米系の有力企業は、自社製品のマーケティングの全権を握

った役員クラスが、その「国際標準化」の交渉を担っている。彼らは、モジュール間のインターフェイスをどのようにすれば、自社製品を最大限販売できるかという、マーケティングの観点で交渉に臨んでいるため、自ずと「国際標準化」が最重要課題になってくる。

### (2) 第4次産業革命は

#### モジュール構造であることを認識すべき

第4次産業革命の構造を理解するためには、「オープンイノベーションを目的とした『モジュール間の標準化活動』である」ことを理解する必要がある。

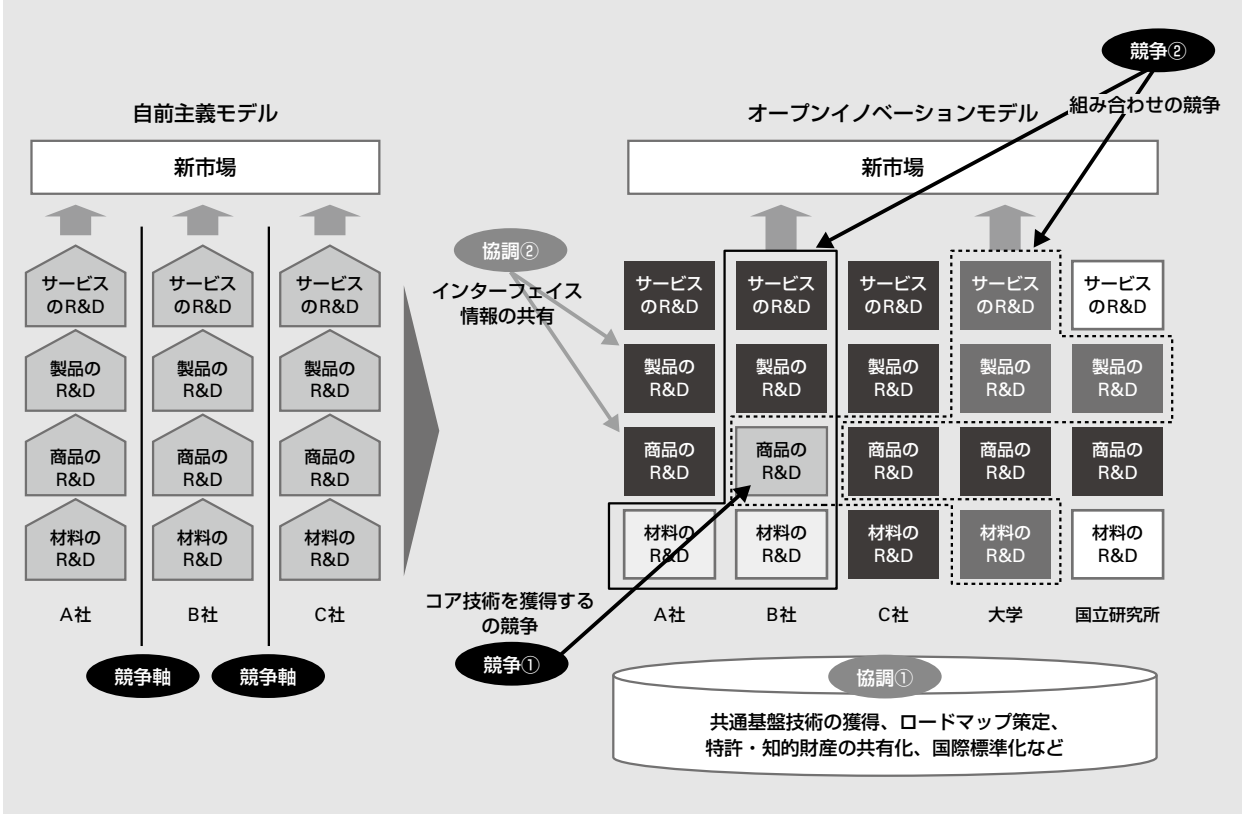
これまでの新商品開発のスタイルは、全てのレイヤーを自前でそろえて垂直統合で進めてくるのが、日本企業の常であった。しかしながら世の中の趨勢としては、このような日本企業が得意としていた垂直統合ではなく、「政策的なオープンイノベーションモデル」で展開するケースが増えている。

こうしたオープンイノベーション環境下での共創の進め方について、日本企業はまだ慣れていない（図3）。

オープンイノベーション環境下における共創の進め方としては、ユーザーや要素技術を提供する企業群が緩やかなコンソーシアムを形成し、「新産業に向けた需要設計」「構成要素のモジュール化」「モジュール間の標準化（インターフェイス設計）」「ロードマップ作成」などを実行する。

他方、競争として実施するのは「個別のモジュール機能の提供」と「モジュールを組み合わせるコーディネート部分」である。第1章で言及した、半導体露光装置における日本企業の凋落は、この類似構造の中で生じたも

図3 オープンイノベーションのためのモジュール構造設計



出所) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 電子・材料・ナノテクノロジー部長 岡田武氏の2015年1月講演 (ものづくり日本会議) 資料に加筆修正

のである。競争軸自体が変化すると、トップシェア企業でも抗えない状況にまで陥ってしまう可能性が高い。

### (3) モジュール構造での

#### プロジェクト主導は日本が源流だった

このような「政策的なオープンイノベーションモデル」は日本の土壌ではできるはずはないと思われるかもしれないが、それは違う。実は、世界で初めてこのような環境を成功させたのは日本である。かつて、日本の半導体産業が黎明期の段階に（1970年代後半）、「超LSI技術研究組合」が組成された。これはVLSIの製造技術確立を目的に、旧通商産

業省が大型プロジェクトとして、工業技術院電子技術総合研究所と富士通、NEC、東芝、三菱電機による共同研究を進めながら、製造設備の国産化に取り組んだものである。ここで培われた種が、その後、ニコンとキヤノンの半導体露光装置につながり、日本が1980年代以降、DRAM開発成功による勃興へとつながるのである。

これ以降、世界が日本を手本にして、政策的なオープンイノベーションモデルを推進するようになったのに対し、源流の日本においては、このようなモジュール構造やアーキテクチャ設計の意義が十分理解されず、浸透されないままに時間が経ってしまった。

## 5 第4次産業革命は 成長戦略検討のチャンスでもある

第4次産業革命は、多くの日本企業にとって、競争軸が大きく変わる地殻変動と捉えられるが、そこからの果実を享受できる可能性もある。そのきっかけを有効につかむためにも、まずは第4次産業革命の道具群を利用して、自社としてどのような成長戦略を描くかが重要である。

これらの第4次産業革命への準備を行うことで、組織知・形式知化した知的資産を限界費用ゼロであるデジタルをドライバにして、技術移転や生産拠点の増加などが容易となり、その結果、企業価値が大幅に向上されることになる。

### (1) CPS化

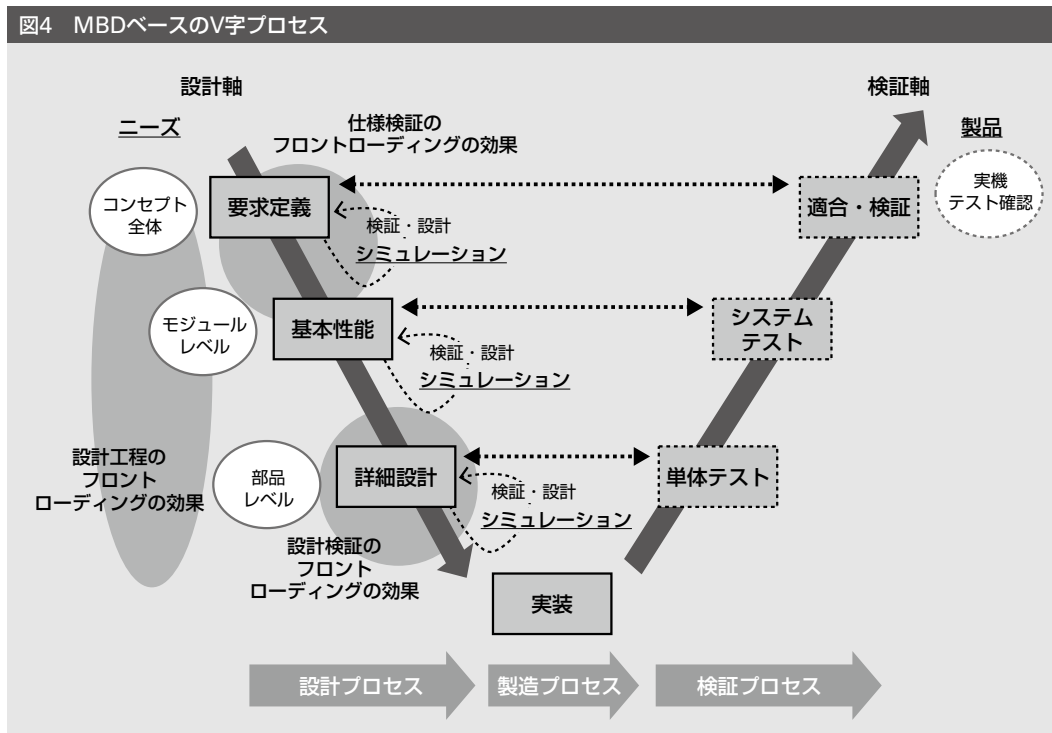
ものづくり企業として、IT化が遅れがち

であった工場内がデジタルのシームレス環境になることで、いわゆる、「CPS（サイバー・フィジカル・システム）」を実現できる。さらに製品の製造のみならず、原価低減活動にも活用できる有益なデータをもたらしてくれる。

### (2) 「勘と経験」からの脱却、

#### 暗黙知から組織知化・形式知化へ

工場のCPS化活動の中で、「勘と経験」で行ってきた部分を組織知化・形式知化することで、科学的な「ものづくり」を実現できる。特に、日本は高齢化した熟練工が持つ能力によって高品質化が維持されている傾向があるため、この世代が引退する前に組織知化・形式知化することは喫緊の課題である。これにより、日本らしい高品質の「ものづくり」遺伝子を永続的に残すことができよう。





海外生産を行う際にも、コア人材を過度に長期投入することなく、マザー工場のクローンを作るがごとく、世界展開が可能になる。

### (3) ビジネスモデルの変革

バリューチェーン全体がデジタルシームレス化することで、ものづくり以外の領域を活用した新しいビジネスモデルを構築することができる。たとえば、マスカスタマーゼーションも、消費者と工場のCPSが直接つながることで実現した。あるいは、先に紹介した「製造業のサービタイゼーション」への応用もこの中に含まれる。

### (4) 開発スタイルの変革

製品開発の面では、デジタル情報だけで設計する、モデルベース開発 (MBD) が有効である。3D-CGで設計し、設計から生産現場・部品製造にかかわる各担当者間のネットワークを介して情報交換を行い (デジタルワイガヤ)、さらに、各種シミュレータを使用して、実物完成前にバーチャルでテストまで実施することで、短期・低コストで、手戻りの少ない開発スタイルを実現することができる。既に、マツダではエンジン開発を中心に積極的に導入し、非常に効果を上げている (図4)。

## II 第4次産業革命の本質が理解されない背景

何故、日本企業は、「第4次産業革命」が競争軸を変革するものとして捉えることができないのであろうか。ここでは、その理由について解説する。

その理由は二つあると考えられる。一つは、かつて「ものづくり=日本」と表せられる地位を確立した成功体験から、ドラスティックな変革は起きないと思いつく、いわゆる「成功の復讐」の状態に陥っていることである。

もう一つは、日本の経営層に、オペレーションズ・マネジメント (OM) の概念が浸透していないことが挙げられる。

### 1 「成功の復讐」

#### (1) 「成功の復讐」

日本のものづくりは、品質の良さが特徴になっており、既に1980年代よりその地位を確立してきた。確かに、高速鉄道用高加重レールなどの素材分野や、CCD、コンデンサーなどの電子部品分野などでは、他の追随を許さない唯一無二の製品を作ってきたのは事実であるが、この「日本の品質は優れている」との評価が神話となり、多くの企業では、それが仇となってほかの情報も全く目に映らない・耳に入らない状況になっているように見える。

その一方で、良い品質の製品が必ずしもシェアを取れないことが、2000年頃から始まっている。携帯用音楽プレーヤーを例にとると、必ずしも高音質ではないハードウェアにダウンロードサービスを付加したパッケージ製品に対して、日本製品が全く太刀打ちできなくなった。また、DRAMにおいても、相対的に品質の劣っていた韓国・台湾の半導体メーカーに大幅にシェアを奪われているのが現状である。こうした例は枚挙にいとまがない。

また、場合によっては、過剰品質になっているケースも見受けられる。たとえば、多数の部品によって組み上げられる製品があった

とする。製品の精度を確保するために、各製品の公差を確保しながら設計・加工を行うが、全ての部品に対して、同じ公差が要求されるわけではなく、厳しい公差が必要な部品・加工と、不必要な部品・加工が混在するのが、本来の姿である。しかしながら、品質を追求するあまり、全ての部品・加工に厳しい公差を適用して、不必要なコスト高を生み出しているケースもあるのではないかと。

それでも頑なに品質を絶対的な差別化要因と考えているのは、非連続的な外部環境変化に気付くことは困難である。「視れども見えず」もしくは、「成功の復讐」に遭っている状況といえる。

## (2) 現場に任せすぎ「経営の美学」と現場にはびこる「勘と経験」

従来いわれている通り、日本はボトムアップ型経営が得意で、優秀な現場を活かす経営がなされている。

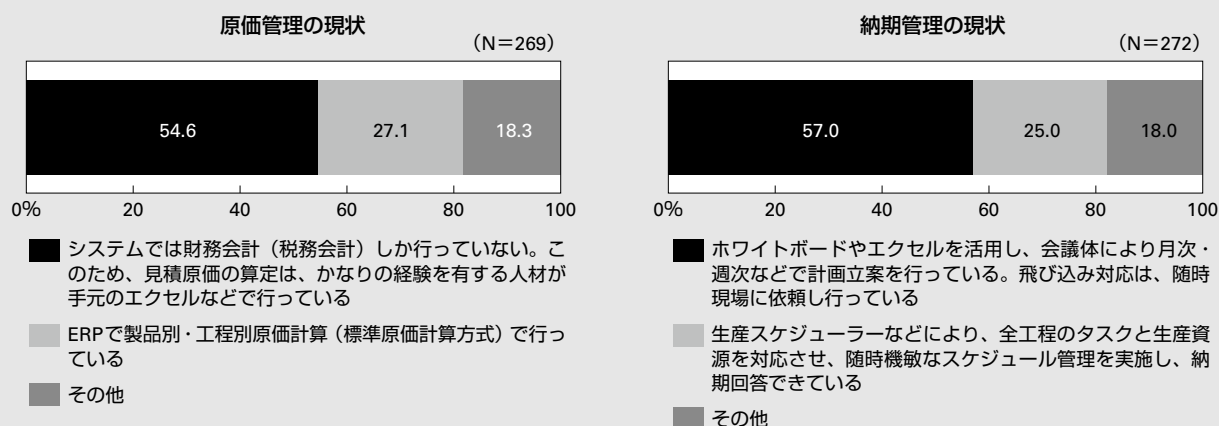
一方、「現場に任せることが美学」と称し、過度な現場偏重主義で実質的に経営が現

場の管理を放任しているケースも多々見られる。その結果、任された現場は任務をしっかりと遂行するが、任された業務に関して説明責任へのインセンティブはないため、組織知・形式知が進まない、という副作用が生じやすく、「勘と経験」が幅を利かすことになっている。

「勘と経験」が行き過ぎると、さまざまな弊害が生じる。日本の製造業、特に中小企業ではデジタルを推進するITの実装が遅れており、とてもデータ連携をイメージできる状況ではない。中でも立ち遅れているのが、財務会計系ではなく生産現場でのIT化である。第4次産業革命のキーワードは、デジタル化による情報のシームレスな連携を実現することであるが、IT実装の遅れの要因の一つが、これを妨げている。

生産現場では、「品質保持」「コスト低減」「納期厳守」というQCDがフレームワークとして掲げられているが、この部分に関しても熟練者の「勘と経験」で何とか乗り切っているのが実情ではないだろうか。昨今のトレー

図5 北九州市の中小企業における原価管理と納期管理の現状



出所) 北九州市「生産性向上に向けた先端設備等導入動向調査」市内の中小企業対象 (2019年2月実施) より作成

サビリティ管理の進展から、ロット単位での品質管理は常態化しつつあるが、コスト低減にかかわる原価管理や納期厳守に関しては、IT化が進展しておらず、依然として「勘と経験」が幅を利かせている。

IT実装の実態について、北九州市の中小企業に対して調査した結果、6割弱の中小企業が、「システムでは財務会計（税務会計）しか行っていない」ことが判明した。つまり、大半の企業において見積原価の算定などは、経験を有する人材が手元のエクセルなどで行い、スケジュールに関してはホワイトボードやエクセルで管理し、各種計画の立案も会議体により月次・週次などで行っているのである（図5）。

過去の蓄積を個人のナレッジとして効率よく引き出すことができる勘と経験は評価されるべきものであるが、それらのナレッジが属人的で、組織知・形式知に落ちておらず、業務が組織に落とし込まれていないことが最大の問題である。ものづくりの工程においてもその傾向は顕著である。複数の工場で製造していた製品を海外に移管する際に、製造プロセスを精査したところ、各工場とも流儀が異なり、どの工場のプロセスを移管すべきか悩んだという、笑えない話もよく聞く。これもまた、「成功の復讐」といえるのではないか。

## 2 OMを理解していない経営者

OMに関しても日本は「成功の復讐」に遭っている。かつて日本のものづくりは、トヨタ生産方式の優秀さを米国GMと合弁したNUMMIの工場を北米最優秀工場にすることで証明した。この事実は米国エリート層に衝撃を与えることとなり、ハーバード大学やマ

サチューセッツ工科大学（MIT）などの有力大学が、行動様式で表現されたトヨタ生産方式を分析した。その結果を言語化したものが、POMOS（プロダクション&オペレーションズ・マネジメントシステム）としてまとめられた。

米国のMBAでは、それをベースとしたOMが必須科目となっている。この状況は、欧州・中国でも同様である。しかし、日本のMBAではカリキュラムとしてOMを教えているところは、神戸大学経営大学院などわずかである。主要大学の状況を見ても、東京大学・京都大学ではOMを研究する学科が設置されておらず、早稲田大学・慶応大学などにわずかに「経営工学」が設置されているに過ぎない。

こうした背景もあり、海外と日本では、第4次産業革命に関して経営者の関与度合いが全く異なる。第4次産業革命は前述したようにOMに絡む問題であるため、海外の経営者は第4次産業革命に関する判断を、自分たちの経営判断の範疇として捉えている。すなわち、「製造現場の変革」として捉えるのではなく、「ビジネスモデル変革」や「設計・開発の変革」などのより高い視座から関与しているのである。

一方、日本の経営層はあくまでも現場で何とかすればよいという視点であるので、「製造現場の変革」を超える思考には至らず、技術担当者から工場投資の具申を待っていればよく、自分達が率先して考える経営判断とは別のモノという感覚を持っている。これは大いなる差異である。

### Ⅲ 第4次産業革命を 生き抜くための処方箋

第4次産業革命を生き抜くための条件として、企業内において長期的視点に基づいたデジタルライゼーションを推進することが必須である。ただし、第4次産業革命を効果的・効率的に推進するには、一定規模以上の受注が必要になるため、特に中小企業の場合はM&Aなどにより自社の取引規模を拡大することが望まれる。

その上で、OMを企業のガバナンスや組織に埋め込むと同時に、モジュール提供を目指す企業やインテグレーションサービスの提供を目指す企業では、それぞれにフィットした戦い方が必須になる。そのためには従来の日本企業の常識に捉われない、マインドセットを伴う変革が求められる。

#### 1 第4次産業革命を 生き抜くための前提条件

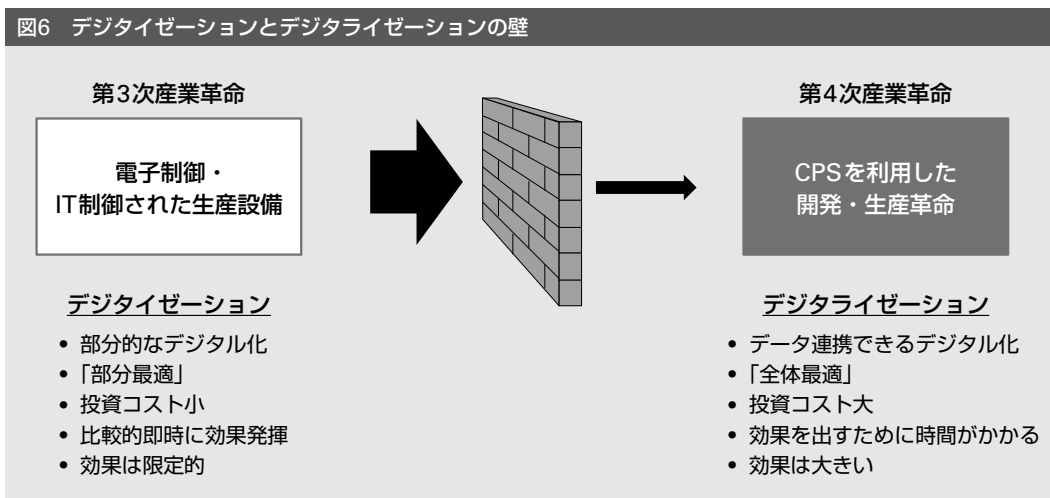
##### (1) デジタルライゼーションの推進

CPSの実現に向けたデータ連携の完結が肝

となるため、社内のデジタル化とデータ連携を整えていく必要がある。いわゆる、デジタルライゼーションの推進である。第4次産業革命におけるデジタルライゼーションでは「全体最適」を目指すことになるため、ビジネスモデルの変革も含め、将来を見据えた高い視座での取り組みが必要となる。

しかし、現実を見ると、日本企業はまだら模様のように部分的なデジタル化を取り入れているだけであり（いわゆる、デジタイゼーション）、デジタル活用としても「部分最適」のレベルにとどまっている。中には、デジタルライゼーションのレベルまで到達できず、第3次産業革命のレベルにも到達できていない企業が少なからぬ割合で存在している（図6）。

ある程度デジタルライゼーションが進展すると、見積管理・納期管理・生産管理・開発管理などは完全にデジタル連携により、「勘や経験」だけでは達成できないような精度とスピードで、的確かつ合理的な管理が可能になる。幸いなことに、この領域にもクラウド化が進展してきており、オンプレミスでのシス



テム活用と比較すると、驚くほど廉価なコストでの活用が可能になってきている。

また、日本においては、自社の業務にカスタマイズした形でのシステム開発が主流であったが、ERPのように標準手順が固まっているものについては、できる限り標準業務フローに自社業務を合わせながら（いわゆるBPR）、業務の最適化を進めることになるので、これまで最もコストがかかっていたカスタマイズ部分の費用を回避することもできよう。今一度、経営者は、短期的な目線だけではなく、長期的な視点で設備投資を検討して貰いたい。競合がデジタルイゼーションを進展させた状態になってから、新しくデジタルイゼーションに取り組んでも到底間に合わない。遠からず、数字と言語で表現されるデジタルイゼーションに対応しない企業は、取引先から「資格なし」と言われる状況も現実味を帯びてくる。

## (2) 取引規模の拡大

製造業の業種により差異はあるものの、量産品製造を生業としている業種においては、CPSを効果的に機能させるために、製造装置を24時間・365日稼働させることが必要条件となる。言い換えると、第4次産業革命で生き残るためには、その最新製造装置の生産能力に見合った受注量の確保が必要になり、一定以上の受注規模が必須になってくる。

しかしながら、中小企業の相当数が利益を出せていないため、10年間何も設備投資をせず、成長戦略を描けず、利益を毎年毎年減少させている状況であり、企業単独では製造装置を24時間・365日稼働させるだけの受注量を確保できないというのが実情ではないだろ

うか。

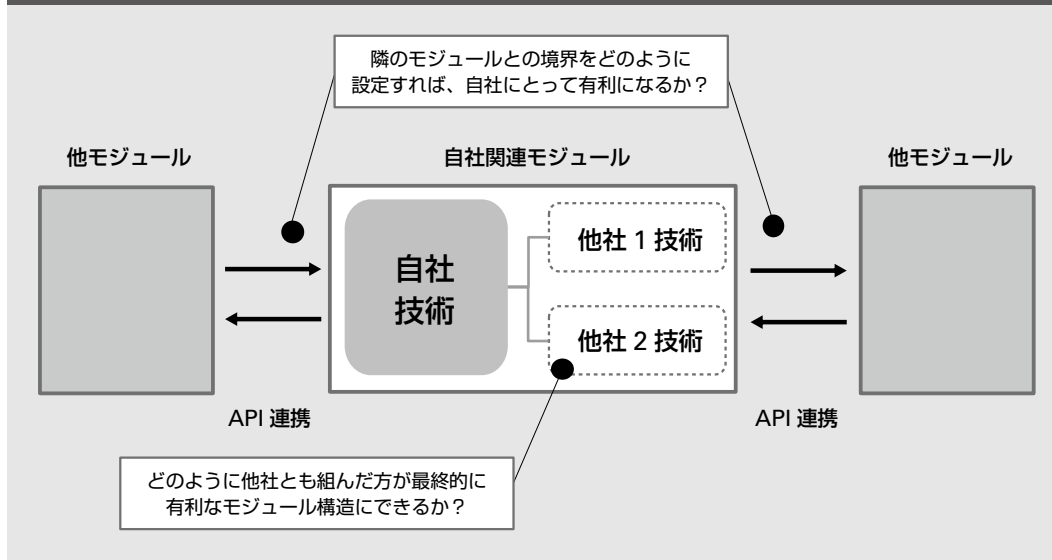
その一方で、追い風もある。次世代への企業継承に頭を悩ませている経営者も多く、企業継承に問題がなく、やる気のある企業へ集約するという合従連衡シナリオを実施しやすくなってきた。危機意識を同様に持った同業者同士が、合従連衡を模索するケースも出てきているが、現実的には合併にまで発展するケースはまれである。そのため、中小企業が第4次産業革命を生き残るためには、政策による支援も必要であろう。たとえば、行政が主導しながら、M&Aなどを強力に推し進め、CPS対応に向けた実現可能な成長計画を描ける中小企業に対しては、補助金や金融支援を実施してはどうか。こうした支援を複合的に組み合わせることにより、合従連衡の受け皿となる企業を成長企業へと押し上げることは有効な施策と思われる。特に、成長戦略を模索している若手経営者に対してこのような施策を働きかけることは、企業再編を加速させる強力な原動力になろう。

## 2 モジュール提供企業の戦い方

モジュール提供企業においては、アーキテクチャ構造を予測し、その構成要素であるモジュールでのデファクトを取りに行くという差別化戦略が必要となる。

日本における先行事例となるのは、村田製作所やTDK・京セラなどが提供しているコンデンサー、SAWフィルター、ソニーのCCDなどの電子部品や、シマノの自転車部品などが挙げられる。日本勢は、電子部品のサイズ・入力信号情報・出力信号情報など、仕様部分を国際標準のモジュールとしてインターフェイス設計を先行的に定め、モジュー

図7 モジュール設定（国際標準化活動）におけるマーケティング



ル全体として所定の性能を達成するような戦略を取っている。もちろん、モジュールの中身は自社内部の摺り合わせ技術でブラックボックス化されている。この戦略こそが、特定モジュールを制する戦い方である。各モジュールでのデファクト競争により、自然とそのモジュールのコストが低減し、トータルコストが低下するメカニズムが進む。この繰り返しの繰り返しにより、アーキテクチャ全体の需要がますます拡大し、当該市場自体の成長を促すという、エコシステムが形成されていく。

また、モジュール内に自社の技術や製品を入れ込み、利益を最大化させるような活動はマーケティング活動そのものであり、徹底したプロダクトアウトのアプローチでもある。そのため、モジュールへのインプット・アウトプットはAPI連携できるようにしっかり定義し、モジュールの内部に関しては、他社に浸食されないようにしっかりブラックボックス化することが肝要である（図7）。

また、「国際標準化」活動を調整する際に

は、CMO（Chief Marketing Officer：最高マーケティング責任者）やCTO（Chief Technical Officer：最高技術責任者）レベルの担当者が、自社技術や製品の最大活用を目的にマーケティング活動に全力を注ぎ、その後のビジネスモデルや収益モデルに責任を持ちながら、交渉を行うことが求められる。ところが日本企業は、上場企業ですらCMOのポジションを設けているところは多くない状態である。

日本が得意としている「摺り合わせ領域の製品」に関しては、たとえば、自動車産業に目を向けてみると、トヨタの「TNGA」、フォルクスワーゲングループの「MQB」などは、クローズドではありながらも内燃機関向け自動車製造のモジュール構造化にトライし、効果を上げてきている。

さらにEV（電気自動車）分野でも、さらなるモジュール化を視野に入れたものに早晩なっていくことが予想される。EVがモジュール構造化されると、駆動系・操舵系・エネ

ルギー系・制御系などの基幹系部品は、よりグローバルな開発・調達が進むことになると予想される。そのモジュール構造化についても、日本が主導となって進めていくべきものとするが、今後はまさに、「グローバルに存在しないと国内市場で存在できない」という超寡占化の時代が到来するかもしれない。

このEVのモジュール化に加えて、自動運転などの仕組みやそれにかかわるインフラの整備が進展し、法制度などの整備が完了すれば、MaaS (Mobility as a Service) は夢物語ではなくなるはずである。こうなると、自動車業界といえども、特定領域のモジュールだけ追っていても規模を維持することは難しく、次節で言及する「インテグレーションサービス」への準備が求められることになる。

### 3 インテグレーションサービス 提供企業の戦い方

もう一つの戦い方は、各種モジュールの組み合わせをコーディネートし、一つのサービスに仕立てて提供する差別化戦略である。

こうしたサービス提供で成功する企業においては、従来の「プロダクトアウト型」のアプローチではなく、徹底した「マーケットイン」のアプローチを取れることが要件となる。マーケットインのアプローチとして参考になるのが、アパレル産業の戦略である。アパレル産業は設計とものづくりが完全に分離しているため、第4次産業革命の観点で眺めると、非常に参考になる。

海外のアパレル会社であるリー・アンド・ファン (利豊) は、縫製工場とアパレル会社数万社をグローバルにネットワーク化し、生

産管理と物流管理などを含む、コーディネーションをエージェントとして実施し、さらに、他のエージェントも参加できるソフトウェアプラットフォームをクラウドで提供している。しかも、3D-PLMなどもこのクラウド上に組み込めるようにしていることが特徴である。

3D-PLMとは、3Dデータの製品設計情報とBOM (Bill of Materials: 部品表)、BOP (Bill of Process: 製造プロセス)などをトータルで管理する「データ管理機能」のことで、いわば、製品設計とものづくりの設計を統合する機能と捉えることができるシステムのことである。かつて、アパレル会社は量産モデルを決定する前に、描いたデザインを実物サンプル作成で確認していた。サンプルといえどもデザインから実物を作る部分は労力がかかる作業で、ベンダーの頭を非常に悩ませていた。しかし、この3D CAD/CAMデザイン技術を応用することで、服のデザインをバーチャルモデルに着せて動きを見せることができ、必要な場合はデザイン変更や生地・色の変更など各種シミュレーションの実施まで可能となっている。その上で、デザインの最終変更・色の決定・布地の決定ができる。しかも、パターンの自動起こしまでも行ってくれる。前述した企業ではこのように、各種モジュールを組み合わせ、最適なサービスとして、デザイナー・商社・縫製工場・資材メーカーに一つのサービスとして提供している。

インテグレーションサービス提供企業を目指す製造業が当社を学ぶべき点は、次の2点である。

## (1) サービスの提供により

### 利用者に新しい付加価値を提供したこと

自社で構築したサプライチェーンを高度にデータ連携できる機能まで引きあげ、さらに有力モジュール企業の組み込みを行うことにより、単なるOEM供給にとどまらず、アパレル業界が求める企画・生産・デザイン・品質・納期の全てのバリューチェーンを高度化し、商品供給までのデリバリーも短縮できる付加価値を提供したこと。特に、従来、不可能であった3D-PLMの組み込みにより、企画・開発スタイルのあり方を変革させたことは特筆に値する。

## (2) 外部企業の取り込み・有力顧客の開拓

### という好循環サイクルにより自立したエコシステムを早期に構築できたこと

自社の強みであるサプライチェーン力に加え、外部企業をうまく取り込むことで強力なサービスチェーンを作り、有力なアパレル企業を呼び込み、さらに、このサービスチェーンの魅力で新しい付加価値を提供できる外部企業をモジュールとして組み込むことで、顧客開拓が促進されるというエコシステムを仕立てたことがキーである。

いずれにしても、第4次産業革命時代に対応するためには、日本の製造業は、これまでの組織形態・組織構成・マネジメント手法・経営層の意識・現場の意識に至るまで、従来のKAIZENレベルとは全く異なる新しい改革が必要となってくるのである。

### 著者

梶野真弘（かじのまさひろ）

野村総合研究所（NRI）コーポレートイノベーションコンサルティング部上級コンサルタント

専門は業務改革のコンサルティング（新規事業育成・業務改革・経営指標設計・企業統合などPMO支援業務、公共向けPMO業務支援など）、産業振興・第4次産業革命などに関する調査研究・コンサルティング

藤野直明（ふじのなおあき）

野村総合研究所（NRI）産業ITイノベーション事業本部産業デジタル企画部主席研究員

日本経営工学会副会長、日本オペレーションズリサーチ学会フェロー、オペレーションズ・マネジメント&戦略学会理事、ロボット革命イニシアティブ協議会WG1（IoT第4次産業革命推進）情報マーケティングチーム・リーダー、JR東日本モビリティ変革コンソーシアムステアリング委員会委員、日本小売業協会CIO研究会コーディネーター