

## 第5回 機械業界における リカーリングモデル構築事例と示唆



青嶋 稔

### CONTENTS

- I 機械業界が直面する経営課題
- II リカーリングモデル事例
- III リカーリングモデル構築に向けて

### 要約

- 1 機械業界のうち工作機械、ロボット、重機、建機などの分野は、日本企業が依然として圧倒的な強さを見せているが、①ICTの進展、②中国の台頭、③破壊的イノベーションを創出するプレイヤーの出現によるビジネスモデルの大胆な変革など、厳しい市場環境の変化に直面している。
- 2 機械業界における欧米の先進事例として、①ケーザー・コンプレッサーの「シグマ・エア・ユーティリティー」、②ディア・アンド・カンパニー、③ABB、④ボサード、について述べる。
- 3 欧米先進事例の示唆から、日本の機械業界がリカーリングモデルを構築するためには、①顧客価値の再定義、②ICTプラットフォームの構築、③他社との提携による顧客起点での提案、が必要となる。

## I 機械業界が直面する経営課題

機械業界のうち工作機械、ロボット、重機、建機などは、日本企業がいまだに世界で強さを発揮できている分野である。

工作機械の分野には、ファナックのようにCNC（Computerized Numerical Control：コンピュータ数値制御）装置が国内シェア7割、世界シェア5割といった圧倒的な強さを有している企業がある。森精機もDMGとの統合で世界一の工作機械メーカー、DMG森精機となっただけでなく、5軸加工機を保有し、技術の最先端を走っている。建設機械の分野では、コマツは常に新しいビジネスモデルの先駆けとなっている。

しかしながら一般的にいえば、現在は日本の機械業界にとって厳しい市場環境にある。変化した要因の第一にICTの進展が挙げられる。ドイツ発の「インダストリー4.0」など、通信技術を利用した産業界の技術革新が進んでいるのである。第二に中国の台頭が挙げられる。中国はもはや、世界の工場という位置付けにとどまらず、「中国製造2025」を国家構想として掲げ、アジアを中心に世界でその影響力を高めている。そして第三の変化として、シェアリングエコノミーの進展、クラウド技術を使ったIoTプラットフォームなど、破壊的イノベーションを創出するプレイヤーの出現によるビジネスモデルの大胆な変革が挙げられる。それぞれについて詳しく見ていく。

### 1 | ICTの進展

ICTの進展にはすさまじいものがある。とりわけ「インダストリー4.0」により、工場

内の環境が大きく変化した。

インダストリー4.0は、ドイツ政府が主導して産学協同で進めているプロジェクトである。18世紀後半の蒸気機関による第一次産業革命、20世紀前半の電力の発明と科学的管理による第二次産業革命、1970年代以降のコンピュータによる第三次産業革命の次なる革命として、ドイツが2011年に提唱した。「スマートファクトリー」のコンセプトの下、IoTの技術を駆使し、考える工場の実現を目指して、ドイツ工学アカデミー（Acatech）と連邦教育科学省が発表し、さらに13年のハノーバーメッセで最終報告として、Acatechのカガーマン博士を中心に提言された。

日本も、17年3月のCEBIT（国際情報通信技術見本市）で、安倍晋三首相がコネクテッドインダストリーズとして日本の政策を発表している。しかしながらドイツ企業の取り組みは、そのオープン性、新しい産業構造の設計力で、日本を大きく上回っている。ドイツ企業は、製造業のデジタル化を支援するソフトウェアや自社ノウハウのソフトウェアとしての外販化などに積極的に取り組み、オープンなプラットフォームを構築している。それに対して日本企業はいまだ現場改善や可視化をテーマにしたものが多く、ビジネスモデルの変革で大きく後れを取っているのが現状である。

こうした状況に陥ってしまったのは、日本の製造業は品質を武器にした高度経済成長期の成功体験があまりにも強く、積み上げ型、改善型のモデルから抜け切ることができないからである。デジタル化はこうした強みを弱みに変えてしまう恐ろしさがある。

過去、家電産業、半導体業界にもたらされ

たのは、デジタル化による水平分業である。すり合わせのモノづくりに強みがある日本企業は、液晶テレビ、半導体での垂直統合による品質の差別化という過去の成功体験から抜け切れず、デジタル化の変化のスピードに追いついていけなかった。

そして現在、日本企業はインダストリー4.0という変化に直面している。工作機械、工場内のロボットなどのFA機器（制御装置）、フィールドデバイス（野外装置）などは、元来、日本企業が非常に強い領域であるが、自社製品の品質を中心とした戦い方ではデジタル化の大きな波に飲み込まれてしまうだろう。

FAを中心とした工場内だけでなく、デジタル化の変化はさまざまな市場に広がっている。たとえばコマツの事例は、デジタルとはほど遠かった建設という市場にデジタル革命をもたらすものである。測量、施工計画、施工、納品といった建設業の業務フローはデジタル化からほど遠く、危険と非効率性が多く残されていた。しかも、土木や建設に従事している事業者は小規模企業が多く、単独でIT投資ができない。しかし、画像や3D化の技術進化により、こうした領域もデジタル化が可能となっている。同じようなことは農業でも起きている。GPSや3D技術により、デジタル化が起きているのである。

重電業界も同様である。たとえば、GE（ゼネラルエレクトリック）、ロールスロイスなどの大手エンジンメーカーはビジネスモデルを大きく変貌させている。航空機エンジンを販売し、売り切るビジネスモデルから、エンジンを遠隔で監視して、稼働時間や回転数に応じて課金するビジネスモデルへとシフトさ

せた。GEは自社IoTプラットフォームである「Predix」を活用したPowered by Predix事業を展開している。

## 2 | 中国の台頭

「中国製造2025」は習近平が主導している産業政策である。2015年5月に発表されたもので、10の重点分野と23の品目を設定し、中国が製造業の高度化、また、世界の製造強国の先頭グループ入りを目指すものである。10の重点分野には、次世代情報技術（半導体、次世代通信規格5G）、高度なデジタル制御の工作機械・ロボットなどが含まれている（表1）。

「第1段階である25年までの目標は『世界の製造強国の仲間入り』としている。品目ごとに国産比率の目標を設定しており、例えば産業用ロボットでは『自主ブランドの市場占有率』を25年に70%とした。次世代通信規格『5G』のカギを握る移動通信システム設備では25年に中国市場で80%、世界市場で40%という高い目標を掲げた。中国政府は中国製造2025の策定後、関連産業に対する金融支援や、基盤技術の向上支援などの施策を相次ぎ打ち出している」<sup>文獻1</sup>。

これは元来、製造大国、つまり世界の工場であった中国が、製造強国として技術の最先端領域を戦略的に構築しようというものである。ロボット技術など製造業のイノベーション力を向上し、製造業に情報化を融合しようという思想が随所に表れている。この発想はドイツのインダストリー4.0に近いものがあり、製品のリードタイムを大幅に短縮したり、不良品を大胆に削減したりしようとしている。

中国はこうした高い目標を掲げるだけでな

く、関連産業に対する金融支援や基盤技術の向上支援などの施策を国を挙げて打ち出し、猛烈な勢いで技術を高めている。たとえば、「中国製造2025」関連技術を中心とした各種デジタルサービスを新興国をはじめとした他国へと展開することを重視している。また、東南アジアを中心とした一帯一路地域では、トップ外交を展開しており、タイの東部経済回廊（EEC：Eastern Economic Corridor）に対して、中国企業はその関与を強めている。EECは大きく二つの分野に分かれており、一つはインフラ分野、もう一つは産業振興である。産業振興においては、自動車、電子、農業、食品などの既存産業の高度化や、デジタル、航空、ロボット、バイオなど新産業の育成をターゲットとしており、中国企業の動きが大きく目立っている。

タイ政府は、自国の産業高度化を図る「タイランド4.0」政策を進める中で、チョンブリーおよび隣接するチャチュンサオ、ラヨン三県からなるEECを実践の場と位置付け、その開発に注力している。

こうした状況の中、中国はEECの開発への協力について名乗りを挙げ、積極的な協力姿勢を示し、16年9月に両国政府の協力合意が形成された。さらにタイのソムキット副首相が16年9月に訪中した際、中国はタイの国家改革・経済投資を支援し、タイは中国の「一帯一路」政策に積極的な役割を果たすという相互協力で合意した。18年8月には中国から500人を超えるEEC視察団を招き入れ、ソムキット副首相はタイ政府の一帯一路支援を明言し、カニットEEC政策事務局長は、「一帯一路とEEC：未来に向けた連携」というタイトルのプレゼンテーションを行って

表1 中国製造2025の重点分野

次世代情報技術（半導体、次世代通信規格「5G」）

高度なデジタル制御の工作機械・ロボット

航空・宇宙設備（大型航空機、有人宇宙飛行）

海洋エンジニアリング・ハイテク船舶

先端的鉄道設備

省エネ・新エネ自動車

電力設備（大型水力発電、原子力発電）

農業用機材（大型トラクター）

新素材（超電導素材、ナノ素材）

バイオ医薬・高性能医療機械

出所）日本経済新聞2018年12月7日付記事より作成  
<https://www.nikkei.com/article/DGXXKZO38656320X01C18A2EA2000/>

る。

このような中国の国家政策に加えて、中国製造業の競争力も着実に上がっている。建機であれば三一重工の製品技術は高まっており、ハードウェアとしての技術の差はかなり縮まっている。過去、安かろう悪かろうというイメージがあったが、現在は遜色のない状態になっているという。加えて、中国国内さらにはグローバルで積極的にマーケティングを行って世界各地でシェアを高めており、ハードウェアのみでの差別化は厳しくなっている。

また、産業用ロボットで中国は積極的な買収を仕掛けた。インダストリー4.0の中心的存在であるKUKA（クーカ）は、1898年に創業されたドイツの老舗ロボットメーカーであるが、中国企業に買収されている。同社は1970年代に開発した溶接ロボットで発展を遂げ、2018年の売上は32億ユーロであったが、16年8月、中国の家電メーカー、ミデア（美的集団）に買収された。中国政府にとってKUKAの買収は「中国製造2025」実現の布石

と見られている。こうした国家戦略の強いリーダーシップの下、中国は機械領域で急速な革新を遂げ、世界をリードする領域が散見されるようになってきている。

このように、中国は国家構想の下に「中国製造2025」によるプラットフォーム化を打ち出し、中国企業はそれと同期を取るかのごとく機械の品質を飛躍的に高め、さらにはロボットなどの重要な領域を買収し、国家のビジョンを現実へと近づけている。こうした中国の動きは、日本企業が時間をかけて技術力を高めてきた努力を、オープンなプラットフォームで一気に凌駕するリスクをはらんでいる。

### 3 | 破壊的イノベーションを創出する プレイヤーの出現による ビジネスモデルの大胆な変革

破壊的イノベーションにより、ビジネスモデルは大きく変化している。機械産業では、ハードウェアのみを販売するだけでなく操業データなどを取得、分析することで、顧客の作業や業務の効率を大きく引き上げるビジネスモデルが台頭してきている。

たとえばGEは、航空機の飛行中、自社機のエンジン状況や障害状況をリアルタイムでモニタリングし続けている。これにより、トラブルの発生箇所やメンテナンスを必要とする箇所を着陸前に知ることが可能となる。着陸前に故障箇所が分かるということは、交換部品の手配をしておくことで遅滞なく整備できるということである。さらに、個々の機体から送られてくるさまざまな情報を解析し、最適なフライトルートなどフライトパターンを分析することで、航空機の燃料節約も可能となる。エアアジアが成功事例として発表し

ているように、業界にとっても燃料代金のメ리트は非常に大きいといわれている。

こうした動向は工場でも広がっている。化学プラントでは、早い段階から制御を中心としたセンサーの導入が進んできた。規模の大きなプラントでも人による確認に依存していたが、無線通信の進化でさまざまなセンサーから情報が取得できるようになったため、機械による解析が可能となっている。米国の制御システム、フィールドデバイスメーカーであるエマソンは、化学プラントでこれまで発見できなかった生産性を下げる蒸気の漏れによる圧力低下を、センサーと解析ソフトの応用で発見できるようにした。

このような、以前はハードウェアの販売と保守で収益を獲得していたビジネスモデルから、最近ではハードから獲得される情報を解析し、顧客の業務を改善していくことで収益を上げるリカーリングモデルが台頭してきている。よって、工作機械、ロボット、重機、建機などの機械業界は、従来のモノづくりの強みだけでは生き残ることが難しくなっており、事業モデルの大きな転換が求められている。

しかしながら、日本企業にとってその道のは平坦なものではなく、過去の成功体験が大きかったこと、また、自前主義が根強いことから、ビジネスモデルの変革が思うように進んでいないことも多い。次章では、欧米企業の先進事例を見ながら、日本企業が変革していくための示唆を抽出していきたい。

## II リカーリングモデル事例

機械業界における欧米の先進事例として、

独ケーザー・コンプレッサーの「シグマ・エア・ユーティリティー」、米ディア・アンド・カンパニー、スイスのABB、ボサードについて述べる。

## 1 | ケーザー・コンプレッサー

### (1) 企業概要

ケーザー・コンプレッサー（以下ケーザー）は、1919年に設立されたドイツのコンプレッサー専門メーカーである。現在、ドイツ国内に二つの製造拠点を保有、世界各地に約7000人の従業員を擁し、140を超える国に支社と独占販売パートナーを持ち、事業の世界展開をしている。売上高は6億ユーロと、世界のコンプレッサー業界では中堅企業という位置付けであるが、同社はコンプレッサーの機器販売ではなく、圧縮した空気分に課金する「シグマ・エア・ユーティリティー」を展開し、半導体や食品、薬品をはじめとしてあらゆる製造業の顧客に圧縮空気を提供している。そして、機器の企画・設置・運用・保守・修理のすべてを同社が担っている。

### (2) リカーリングモデル：シグマ・エア・ユーティリティー

#### ①構築の背景

ケーザーが提供するコンプレッサーは圧縮空気を提供する装置で、同社の顧客である工場で電動機とともに運転される。圧縮空気の費用の内訳を見ると、80%程度が電気代としてのランニング費用で、残りの20%が装置導入・据付費用および機械の状態を維持するメンテナンス費用である。顧客にとっては、いかにランニング費用を削減し、安定した空気を提供するかが非常に重要な課題になっている。

そのため同社は、顧客の圧縮空気の使用状況の把握と解析、さらにはネットワークを用いた運用上の監視を行っている。それによって顧客にとっての最適なシステム構成、さらに製品の性能を提供できる。同社はそれらの解析に基づく設備の維持管理といったアフターメンテナンスを提供しているのである。

このように同社は、コンプレッサーという製品ならではの顧客の課題を解決するため、機械ではなく圧縮空気を販売するというリカーリングモデルを実現した。アトラスコブコ、ドレッサー・ランド、GE、インガソール・ランド、シーメンスといった大企業がひしめく機械業界において、中堅規模の同社は、いち早く、サービスビジネスへの変革に取り組む必要があった。

同社が提供するシグマ・エア・ユーティリティーは、機器、メンテナンス、そして機器から得られる圧縮空気などを組み合わせ、リカーリングモデルとしてサービス化した。つまり、機器の企画から設置、運用、保守、修理まですべてを同社が担当するサービスを考案し、提供したのである。顧客は機器を購入するのではなく、サービスとしてその便益を受けることが可能となった。

#### ②顧客にとってのメリット

このサービスの顧客にとってのメリットとして、(a) 安定した圧縮空気の供給、(b) 固定費の変動費化による景気変動に強いコスト体質の構築、(c) 製造要員の負荷低減、(d) 総コストの低減、が挙げられる。

##### (a) 安定した圧縮空気の供給

まず顧客にとってのメリットは、空気容量

増とコスト削減のバランスから、最高のエネルギー効率をケーザーが企画・検討し、安定した圧縮空気の供給が保証されることである。

顧客は機械を購入する必要がなく、管理運用などの手間がなくなる。同社は、顧客のニーズは圧縮空気の供給を安定的に受けることであるという点に着目し、その実現を前面に打ち出している。コンプレッサーはオンラインで監視されているため、常に安定した圧縮空気の提供が受けられるのである。

#### (b) 固定費の変動費化による景気変動に強いコスト体質の構築

顧客はコンプレッサーを購入する必要がないため固定費負担がなくなる。そして、圧縮空気を使った分だけ課金されるため、もし工場の操業が落ちれば、その分コスト負担も軽減される。通常、工場では設備などは減価償却費などの固定費として負担しなければならないため、景気が悪化すると、この負担が重くのしかかってくるものである。しかしながら、ケーザーのビジネスモデルにおいては、こうしたコストがすべて変動費化されており、景気変動に対して強い財務基盤を構築することが可能となる。

#### (c) 製造要員の負荷低減

工場は通常、固定資産としてコンプレッサーを購入し、その運用を効率的に行うために要員に教育を行う。こうした要員は固定費として負担がかかることと、昨今は要員の高齢化による定年、もしくは転職などによる離職などのリスクが存在している。コンプレッサーの管理は工場では非常に重要な業務である

が、工場の要員にとっては生産設備の管理、メンテナンスなど、ノンコア業務であるともいえる。また、何かトラブルが発生した場合、工場の要員ではノウハウが十分ではなく、対処に時間がかかることも多い。

この運用・保守をコンプレッサーの管理、運用に長けているケーザーに任せられれば、工場の要員をコア業務に集中させられるなど、製造現場の負荷を軽減できる。

#### (d) 総コストの低減

顧客はケーザーのシグマ・エア・ユーティリティを活用することで、電力量などのコストを抑えることができる。たとえば、複数のコンプレッサーを設置している場合、各コンプレッサーの稼働率や負荷によって消費電力が大きく変化するが、ケーザーが顧客の製造業務を把握、電力料金を下げることができる構成を検討してくれる。

また、顧客の圧縮空気の使用状況に合わせて最適なシステムを構成するため、必要な圧縮空気量を最小限のエネルギーで使用できる。コンプレッサーは、電動機が動いており、かつ圧縮空気を提供しているロード状態、電動機は動いているが圧縮空気は提供していないアンロード状態（車でいうとアイドリングのような状態）、モーター停止状態の3つの状態がある。圧縮空気の使用状況に合わせた最適な構成をして、アンロード時間を極力減らせば電気代の削減が可能となる。

革製品を扱うアメリカンレザーでは、シグマ・エア・ユーティリティを活用し、電力コストを11.9万ドルから4.5万ドルへと6割削減することに成功している<sup>文献2</sup>。



### ③ケーザーにとってのメリット

また、ケーザーにとってのメリットとして、(a) 収益の安定化、(b) 顧客の業務理解による囲い込み、(c) 顧客との長期的関係性による事業の安定性、が挙げられる。

#### (a) 収益の安定化

シグマ・エア・ユーティリティーでリカーリングモデルを実現したことで、ケーザーは顧客に供給した圧縮空気の使用量に合わせて、安定した収益を上げることができる。これに対して多くの日本メーカーが行っているコンプレッサーのビジネスは、いまだにハードウェアの販売の売り切りビジネスになってしまっている。フロー型ビジネスであるため、収益が上がるのはハードウェア販売時のみである。

もちろん、日本メーカーも三菱重工業のように顧客のコンプレッサー主要部品であるローターの保管を行い、保守を提供している企業もあるが、コンプレッサー事業はハードウェア売り切りの事業になりがちである。これに対して、シグマ・エア・ユーティリティーでリカーリングモデルを実現したケーザーは、ストック型ビジネスとして安定した収益を獲得している。

#### (b) 顧客の業務理解による囲い込み

ケーザーは、シグマ・エア・ユーティリティーによるシステム運用、保守、修理などの業務を通じて、顧客の状況をより詳細に把握できるようになる。これはつまり、顧客の課題に合わせた提案を継続的に行うことができるということである。顧客との継続的なコミュニケーションは顧客の離反を抑えることに

もつながり、結果としてLTV（顧客生涯価値）を高めることが可能となる。

#### (c) 顧客との長期的関係性による事業の安定性

顧客の業務を把握しておくことは、競合の回避にもつながる。製造業の工場における設備機器は競合が多く、性能面など価格以外での差別化が難しい。そのため価格競争になってしまい、利益率が非常に低くなることが多い。ケーザーは顧客の課題を理解し、その課題理解力、利便性、適切な圧縮空気を提供できる品質を訴求したことで、顧客との長期的な関係性を構築できている。

### ④シグマ・エア・ユーティリティーの提供プロセス

シグマ・エア・ユーティリティーは、次のようなプロセスで提供される。

まず第一に、必要な圧縮空気の生産パラメーターと条件の情報収集を行う。圧縮空気の専門家が顧客を訪問し、求められているのは吹付用空気なのか、クリーンルーム品質の空気なのかなどを理解し、同時に既存の構成機器を理解する。それは、どのようなコンプレッサーと圧縮空気を使う装置を使用しているか、空気生成、および処理の効率性、信頼性を上げるマスターコントローラーは導入されているか、パイプシステムの状態、排熱再利用の有無、といったことである。

第二に、「Air Demand Analysis (ADA : 空気需要分析)」を使い、顧客のシステムの消費プロファイルを高い精度で作成し、実際の圧縮空気需要を判定する。これにより、既存の機器構成、システムの弱みを把握でき



図1 シグマ・エア・ユーティリティの提供プロセス

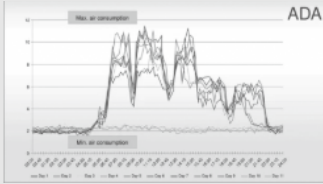
### ステップ1：ニーズの理解



まったく同じ事業などありません。そのため、当社の圧縮空気専門家はまず、各用途の要件プロファイルを正確に作成します

→お客様個別の要件

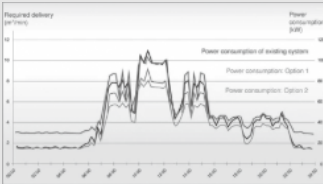
### ステップ2：現状分析 Air Demand Analysis (ADA)



当社専有技術であるコンピュータ支援ADA技術を使って、お使いのシステムの実際の圧縮空気需要を正確に判定します——判定は工場の全セクションを対象に、異なるロード条件で実施します

→現状分析 Air Demand Analysis (ADA)

### ステップ3：ケーザー・エネルギー節約システム (KESS)



ケーザー・エネルギー節約システム (KESS) を使って、お客様のシステム性能を予測し、期待できるエネルギー節約モデルと比較します

→KESSによるエネルギー節約計算

### ステップ4：個別の圧縮空気システム



目的に適った、カスタム化された圧縮空気供給ソリューションを導入します。このソリューションは卓越した効率を達成し、将来的なニーズにも適合します。CAD設計を使って、コンプレッサー据え付け前に評価を開始できます

→個別の圧縮空気システム

出所) ケーザー・コンプレッサー Webサイトより作成  
<https://jp.kaeser.com/services/analysis-and-advice/>

る。そこからエネルギー節約の可能性を試算し、最適な圧縮空気システム導入に向けて準備を行うのである。

第三に、ケーザー・エネルギー節約システム (KESS) を構築する。これは圧縮空気を生み出す最適なコンセプトの設計である。KESSを使い、ADAで判定したデータを処理

し、圧縮空気供給を設計することで、エネルギーコストを最大、30%削減できるという。複数のコンセプトを設計し、比較することで最良のシステムを考案する。耐用期間全般にわたったシステム性能も考慮する。部分負荷運転での弱点を事前検出して、処置するのである。

第四に、ADAの圧縮空気プロファイルと KESSエネルギー節約システムを基に、同社のエンジニアが経済性の最も高い圧縮空気システム構成を推奨する。導入までの計画も提案する。ケーザーは計画段階の開始時から、最大限の安定性で供給できるように考慮し、カスタマイズした継続性コンセプトの提案を作成する。また、試運転後には、ケーザー・エア・サービスの技術者が高効率かつ長耐用期間を達成できるように、24時間年中無休で電話サポートやスペアパーツ配送などの継続した支援を行う。

同社はこうした仕組みを構築する際、世界中のコンプレッサーから収集した機器の稼働状況を把握するために、SAP HANA (独SAP社が提供するデータ処理プラットフォーム) を活用して機械の稼働状況の可視化を行い、ビジネスモデルを構築している。ケーザーがこのようなリカーリングモデルを構築している背景には、IoTのプラットフォームを活用し、データを蓄積・解析することでそのノウハウを社内に蓄積すると同時に、顧客に提案をしつつ、その知見、ノウハウを高めている点も見逃せない (図1)。

### (3) 日本企業への示唆

ケーザーの事例から見る日本企業への示唆は、コンプレッサーという、従来、売り切り

に終わっていた機械事業に、圧縮空気を提供するというサービスとしての考え方をもたらしたことでリカーリング事業を実現したことにある。

もちろん、ドイツと日本の市場の違いも大きな要因としてあるだろう。というのも、日本企業は、どのように圧縮空気を送っているかという情報を、操業のピーク、オフピークを示す工場の稼働情報として考えがちで、外部に漏れてしまうことを恐れて出したがらないからである。しかしながら、目を転じれば、このような業務は工場の要員にとってコアの業務ではなく、外部に任せることで効率化が考えられる領域である。

日本の製造業は、今後、高齢化による人材不足が顕著になってくる。コンプレッサーの管理などに人員が割けなくなり、圧縮空気の供給を安定的に受けられるリカーリングモデルは、顧客にとっても大きなメリットとなる可能性が高い。

そのため、日本市場でも、先んじてリカーリングモデルの構築を進めることが必要だ。こうした教訓はコンプレッサーに限らず、多くの機械事業に当てはまる。

## 2 | ディア・アンド・カンパニー

### (1) 企業概要

ディア・アンド・カンパニーは、1837年に創設された、米国イリノイ州モリーン市に本社を置く農業機械および建設機械のメーカーで、年間売上高は2019年で390億ドル（約4兆1888億円）である。

### (2) ディア・アンド・カンパニーのリカーリング事業

#### ①ディア・アンド・カンパニーのリカーリングモデル

ディア・アンド・カンパニーは、2013年にプラットフォーム「MyJohnDeere」を立ち上げた。そのビジネスモデルは農機の販売からデータによる事業へと大きく転換するものであった。農家の収穫量にも大きく影響するビジネスモデルの転換である。

同社は農機だけでなく、農作業の履歴や天候情報などを提供し、作業計画の立案に大きく寄与した。これによって、農業における作業の非効率性や天候などによる計画立案の難しさといった課題の解決を図っている。たとえば、農機の動きを遠隔でモニタリングすることで、燃費情報を把握すると同時に作業効率を上げるためのさまざまな情報を提供している。具体的には、従業員への作業指示、状況確認などもサポートしている。

こうしたことが可能なのは、同社のトラクターの車両に3Gや4Gの通信接続機能が搭載されており、農機の使用状況に関するデータを集め続けているからである。インターネットに接続できるセンサーを自社のトラクターに搭載し、燃費など、農場経営者に役立つさまざまな情報を記録・送信できるようにしている。また同社は、フィールド・コネクトと呼ばれる土壤監視装置も販売しているが、土壤の水分や気温、風速、降水量に関するデータを、農場経営者がMyJohnDeere上で利用できるようにしていることで、農作業の効率化を支援している。

このように同社では、農業の生産性、効率性や収穫高を向上させる後押しをしている。

このプラットフォームを通じ、農場経営者は機械に関する情報、農作物のデータや農業オペレーションの集約的なマネジメントが可能となり、最終的には農家の利益向上に貢献していることになる。

また、MyJohnDeereは、サプライチェーン横断で買い手や売り手に対する産業プラットフォームを目指している。具体的には、作業状態など収集したデータを第三者に販売しているのである。米国におけるトウモロコシやジャガイモ、砂糖などのデータをリアルタイムで収集し、データサイエンティストが分析し、需要予測などに役立てている。特に種子関連会社、化学企業、政府などは緻密な需要予測を行うことが必要とされているからである。

さらにこうしたデータは、特定の自治体、州、地域などの集計条件を指定でき、より緻密な需要予測ができるため、農業エコシステムにかかわる組織に販売することで、農業の産業としての発展に寄与している。同社の最終的な目標は、収益の半分を第三者へのデータ販売から得ることである。

## ②リカーリング事業を強化する

### さまざまな買収

ディア・アンド・カンパニーは1999年に、GPSテクノロジー企業のNavCom Technology社を買収することで、既にGPS（全地球測位システム）を用いて数センチレベルの高精度で農機のコントロールを実現している。

さらに同社は農機に目と頭脳を持たせた。2017年9月に機械学習×農機でリーダーになりつつあったブルーリバー・テクノロジーを買収したのである。米カリフォルニア州で11

年に創設されたブルーリバー・テクノロジーは、AIやロボット工学といった最先端テクノロジーを活用した「スマート農業機械」の研究開発に取り組むスタートアップである。

ブルーリバー・テクノロジーは機械学習および画像認識によって農機が作業対象の作物を認識し、計画に不適切な「敵」を識別し、排除（除草剤散布など）する。雑草など作物の育成を阻害する対象物が存在する場所のみ除草剤をピンポイント散布することで、除草剤の使用量を90%減らせるという。ドローンを使って取得した農地・作物データから画像認識で除草剤散布などの作業計画を支援する企業もあるが、ブルーリバー・テクノロジーの技術を使えば、作物に近い地上で農機が直接判断を下せるため、効率がよくなる。

とりわけ、その代表的なプロダクトは除草ロボット「シー・アンド・スプレー」である。シー・アンド・スプレーは、AIとコンピュータビジョンを用いて圃場で生育している作物を個別に検知・分析し、雑草と作物を正確に見分け、ロボットノズルによって必要な箇所だけに除草剤を自動散布するのが特徴である。農薬の効果がない雑草（スーパーウィード）をピンポイントでコントロールしながら、除草剤の消費量を9割削減できる<sup>文献3</sup>。

既存の除草剤に対して抵抗力を持つスーパーウィードは、世界で250種以上あるといわれ、近年、農作物の生産に深刻な影響を及ぼしている。そこで、ブルーリバー・テクノロジーでは、ディープラーニング（深層学習）をベースとするアルゴリズムを開発し、さまざまな雑草や農作物の画像データを使って、これらを区別する方法を学習させたのである<sup>文献3</sup>。

同社はこのようにリカーリングモデルを強

化するため、必要な技術はそれを有する企業を買収することで、顧客の悩みを解決する糸口を獲得し、事業としての価値を高めている。

### (3) 日本企業への示唆

このように、ディア・アンド・カンパニーは単に農機を販売するのではなく、ICTを使って農業を革新的に効率化し、農機から集められたデータを販売することで、リカーリングモデルを強化している。

同社からの示唆として、①業界のプラットフォームを狙ったワークフロー改革、②明確なビジネスモデルの策定とアライアンスがある。

#### ①業界のプラットフォームを狙った

##### ワークフロー改革

ディア・アンド・カンパニーは「myjohn-deere.com」を立ち上げることにより、農機の稼働からさまざまなデータを吸い上げることができた。それらのデータを農機の稼働監視にとどめず、データを利用した農業に関するプラットフォームを構築していくことで、データの価値をさらに高めている。

機械に関する遠隔モニタリングはもちろんのこと、農作業の履歴、天候に関する情報の提供、さらに作業計画を立案し、従業員への作業指示、状況確認などもサポートすることで、農作業の計画、その作業結果などを蓄積している。これらのデータは、フィールド・コネクタから得られる土壌の水分、気温、風速、降水量に関するデータと組み合わせることで、天候条件、土壌条件と作業計画、収穫の結果を掛け合わせ、さまざまな分析を可能とした。

こうすることで、農業の生産性、効率性や収穫高を向上させる「精密農業」を後押ししている。このプラットフォームを通じ、農場経営者は機械に関する情報、農作物のデータや農業オペレーションを集約的にマネジメントすることが可能となり、最終的には農家の利益の向上に貢献している。

#### ②明確なビジネスモデルの策定と

##### アライアンス

ディア・アンド・カンパニーは、ブルーリバー・テクノロジーを買収することにより、AIとコンピュータビジョンを用いて圃場で生育している作物を個別に検知・分析し、雑草と作物を正確に見分け、ロボットノズルによって必要な箇所だけに除草剤を自動散布することで、スーパーウィードをピンポイントでコントロールしながら、除草剤の消費量を9割削減した。

これはスーパーウィードが農家にとって大きな悩みの種であり、大量の農薬散布が不可欠であるという課題に着目したことから来たアライアンスである。このように、常に課題を明確にし、その課題を解決する技術を探し、必要に応じてアライアンスをしていくことは、業界プラットフォームを強化する上では非常に重要である。

## 3 | ABB

### (1) 企業概要

ABBはスイスに本社を置く、100カ国以上に展開する多国籍企業である。1988年にスウェーデンのアセアとスイスのブラウンボベリが合併して誕生した。2019年度で279億ドル（約2兆9763億円）の売上規模を持つ。

事業は、変電所からソケットまでの幅広い製品とデジタルソリューション事業、サービスサポートを提供するエレクトリフィケーション事業、工場の制御ソリューションを提供するインダストリアルオートメーション事業、ドライブとモーターなどを提供するモーション事業、ロボティクス、マシンおよびファクトリーオートメーションにおける高付加価値ソリューションを提供するロボティクス&ディスクリート・オートメーション事業がある。パワーグリッド事業も存在したが、20年に日立製作所に譲渡されることが決定している。

## (2) ABBが展開するリカーリングモデル

### ① ロボット事業におけるリカーリングモデル

ABBは、KUKAや日本のファナック、安川電機と並ぶ産業向けロボット大手である。大型工場に設置される産業向けロボットを多数、開発・販売している。同社の「YuMi」は、人間と協力して作業するために開発されているところに大きな特徴がある産業用ロボットである。

また同社は「ABB Ability」というプラットフォームを展開している。これは、電力、産業、交通および社会インフラの顧客が、従来のプロセスより進化した新しいプロセスを開発するために、深い洞察と計画の最適化、リアルタイムオペレーションの制御を提供するものである。その結果を制御システムにフィード（入力）することで、工場の稼働時間、スピード、生産性など、重要な数値指標の改善を図っている。

同社は、ABB AbilityとYuMiを組み合わせることで、Robot as a service事業を構築

している。これは、協働ロボットを遠隔操作し、顧客への価値を提供しているものである。2本の腕を持つ小型ロボットYuMiにRaaS（Robot as a service）モデルを採用し、マネージドサービス型のリカーリングモデルを実現している。

YuMiが想定している作業は、スマートフォン、玩具、時計など小型のコンシューマー向け製品である。小さな部品を扱うだけでなく、製品のライフサイクルが短く、頻繁に組立工程が変わる多品種少量生産に強みを持っている。部品を指定の位置に配置するなど、従来、人手に頼ってきた工程をYuMiが担当し、それ以外の作業を人が担当するという協働型に変えようとしている。

そのためにYuMiでは、ロボットに動作を簡単に教え込むことができるようになっている。ロボットの腕を手で持って動かしながら付属のタブレットをタップすれば、ロボットは記録した動作を正確に繰り返す。より細かな動きをさせたければ、秒単位で動きを制御するようプログラミングできる。さらにYuMiの動きを遠隔監視するサービス「Connected Service」を使えば、ロボットの異常をABBのサポートセンターが検知し、同センターからの指示で障害を現場で速やかに解決できる。また、ABBのEXTENDED CAREを活用することで、遠隔からの技術的サポート、ロボット資産の最適化とフリート管理（まとめて管理すること）ができる。

このようなマネージドサービスを展開することで、人手不足の工場でもロボットによる生産の立ち上げにスムーズに移行することができる。その上、生産業務、ロボット資産の運用、維持管理コストが一本化され、コスト

把握が非常にしやすくなる<sup>文献4, 5, 6, 7, 8</sup>。

## ②ABBとダッソー・システムズとの パートナーシップ

ABBとPLM (Product Lifecycle Management: 製品ライフサイクル管理)、3D関連のソフトウェアを開発・販売するフランスのダッソー・システムズは、2019年2月28日、グローバルパートナーシップの締結を発表した。それに基づいて両社は、デジタル変革が進む産業界の顧客企業に対し、PLMから資産管理までを網羅するソフトウェアソリューションポートフォリオを行おうとしている。これにより、ABB Abilityと、ダッソー・システムズの3D EXPERIENCEプラットフォームの強みを結びつけることができる。両社は段階的なアプローチに基づき、工場自動化とロボット、スマートビルディング用途の電力供給ソリューション、プロセス産業に注力している。

工場自動化では、プロセスやシステムを一貫して最適化するデジタルツイン<sup>注</sup>とロボットの自動化を組み合わせることで、変化がより激しくなる市場に工場が迅速に対応できるようにする。これにより、食品加工会社が稼働スピードを維持しつつ各地に合わせた季節製品を切り替えて生産するといったことが可能となる。

スマートビルディングでは、建築物の設計からエンジニアリング、運用管理に至るまでのシームレスなワークフローや、各過程が連結した持続可能な輸送ソリューションを提供する。

鉱業などのプロセス産業ではデジタル化で日々の運用管理のコストやリスクを抑えつ

つ、現場の安全性、生産性、エネルギー効率を上げようとしている。たとえば、鉱山で地下環境のデジタルモデル (コンピュータで作成した3次元デジタルデザイン) を採掘計画や制御システムと接続することで、エネルギー消費量や鉱山オートメーションを最適化することなどが可能になる。

両社はデジタルソリューションの提供を通じて、顧客企業のPLM、製造、運用管理について柔軟性を高めスピードや生産性の向上に寄与し、企業の競争力強化に貢献するとしている<sup>文献4</sup>。

## (3) 日本企業への示唆

ABBの事例から日本企業への示唆は、①ABB Abilityによる業界攻略、②遠隔監視技術によるサービス事業化の推進、③デジタルモノづくりにおける大胆な外部との提携、である。

### ①ABB Abilityによる業界攻略

ABBはターゲットとする業界を明確に定めている。ABB Abilityでは、製造業、オイル&ガス、鉱業、ユーティリティ、マイクログリッド、水、輸送、データセンター、インテリジェントビルなどをターゲットとしている。こうした業界に対してリカーリングモデルを成立させるには、業界内でのプラットフォームを構築するため、ロボットなどのハードウェアを提供するだけでなく、操業のノウハウをデータとして蓄積していくことが必要となる。多くの業界が人手不足に直面している中、ABB Abilityから提供される資産集約型産業におけるパフォーマンスマネジメント、プロセス産業における7000万超の接続デ

バイス、7万の制御システムを設置基盤とし、顧客の業務プロセスのデジタル化を支援しようとしている。

このようにターゲットとする顧客を明確に定めることと、それに加えてハードウェアとその稼働監視、作業データを蓄積するプラットフォームを組み合わせ、機械と操業ノウハウを合わせて販売するモデルは、日本企業にとっても大きな示唆となる。

#### ②遠隔監視技術によるサービス事業化の推進

ABBはまた、YuMiにおけるロボット事業で見られるように、EXTENDED CAREのサービスを通して、ロボットの監視、遠隔制御、資産の最適化、フリート管理などを提供している。これらは顧客の業務を代行するマネージドサービスモデルであり、単にロボットを販売するのではなく、その後のフリート管理、最適化を取り込み、リカーリングモデルを実現している。

顧客のメリットを訴求するには、まず第一に遠隔監視の提案から始めるということは、日本企業にとっても示唆となる。ただ、それにとどまらず、資産最適化、フリート管理など、サービスメニューを拡張し、顧客を囲い込むシナリオを構築していくことが大事だ。

#### ③デジタルモノづくりにおける大胆な外部との提携

デジタルモノづくりで生産の革新が起きている現在、顧客のモノづくりを革新するには1社のみでの取り組みでは難しいだろう。そこでABBは、ダッソー・システムズとの提携を通じて、工場自動化におけるプロセスやシステムを一貫して最適化するためのシミュ

レーションを行い、迅速な最適化を支援しようとしている。

日本企業はとかく自前主義となっしまいがちであるが、同社は顧客の視点に立ち、食品産業などの迅速なラインの最適化を支援している。日本企業も顧客の課題を常に意識し、課題を解決するために自社に足りないものを見つめ、必要に応じて他社との提携にも積極的に取り組む姿勢が求められる。

## 4 | ボサード

### (1) 企業概要

ボサードは1831年に設立されたスイスに本社を持つネジ商社である。現在の売上高は、8億7600万スイスフラン（約962億円）である<sup>文獻9</sup>。

### (2) リカーリングモデル：スマートビン

ボサードはネジの自動管理リカーリング事業を「スマートビン」というシステムを開発し、展開している。顧客のネジの在庫量をモニタリングし、そのデータを基に最適発注を行う。顧客側は管理コスト・リソースを削減でき、ボサードにとっては顧客の継続的な囲い込みにつながっている。

大量の製品を取り扱う企業にとって、在庫管理は手間やコストが非常にかかる作業である。人の目ですべての製品を管理するのは至難の業であり、どうしても在庫切れや発注忘れといったミスが起きてしまう。こうした問題を解決するためにボサードが開発したシステムがスマートビンである。スマートビンは、全製品の在庫量を自動で計測し、在庫の補充を行う。

スマートビンは、重量を測定するセンサー



につながったコンテナ内の製品が最低在庫量になると、事前に設定された数量の注文を自動的に顧客に知らせるといった仕組みである。これにより、在庫切れや発注忘れを未然に防ぐことが可能である。

スマートビンを導入する顧客にとってのメリットとして、①在庫量の適正化、②在庫管理・物流および発注管理コストの低減、③ライン停止のリスク低減、④倉庫スペースの有効活用、⑤人的コストおよびリスクの低減、が挙げられる。

#### ①在庫量の適正化

最低在庫量になったら補充されるシステムにより、在庫量を適正に管理できる。また、材料・資材の動きを数値で見ることができ、ため、在庫の把握も可能になる。

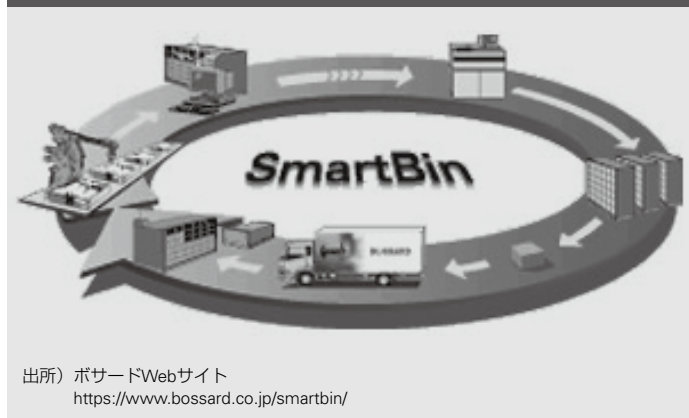
#### ②在庫管理・物流および発注管理コストの低減

在庫管理だけでなく発注も自動で行うため、人の目で在庫を確認する必要がない。棚卸しも容易になり、手間や時間を大幅に削減できる。

製造業が抱えているコストダウンという課題に対して、ネジをはじめとした締結部品の材料費は15%、残りの85%は物流や管理にかかるコストであるとボサードは分析している。その85%の物流や管理にかかるコストを削減するため、同社はスマートビンを開発しているといっている。さらに通常のスマートビン以外にも、「ボサード2ビン」および「ボサード・コード」といったソリューションを提供し、顧客の要望に柔軟に応じている。

ボサード2ビンは、それぞれの製品に対し

図2 スマートビン概念図



て、工場のカンバン棚の上に少なくとも二つのコンテナを置き、ボサードは空のコンテナを定期的を集め、顧客の確認の下、バーコード識別により自動的に発注する方式である。さらにボサード・コードという、顧客がバーコードを読み込み、ボサードに注文する方式がある。

#### ③ライン停止のリスク低減

生産ラインの停止は非常に大きなリスクであるが、スマートビンを導入することで在庫切れがなくなり、リスクを大幅に低減できる。

#### ④倉庫スペースの有効活用

スマートビンによって適正な在庫量を保てるため、倉庫の無駄なスペースがなくなる。必要な商品を必要な分だけ保管し、空いたスペースを有効活用できる。

#### ⑤人的コストおよびリスクの低減

スマートビンは自動で在庫・発注を管理するため、今まで在庫管理業務にかかっていた人的コストを低減できる。さらに発注忘れな

どのミスを防げる。

同社のシステムを導入した三菱重工冷熱大和工場では、在庫数・発注状況の可視化と発注業務の削減を実現している。同工場における課題は、ネジなどの締結部以外にも細かな部材を多数管理する必要があり、その管理業務に多くの手間と時間が取られることであった。さらに、紙の帳票の電子化と可視化もしたいと考えていた。

それに対してボサードは、スマートビンを用いた在庫管理と発注の自動化を提供し、三菱重工冷熱の細かな発注業務を不要にし、さらに、発注状況、在庫量について、オンラインでいつでも閲覧可能な環境を創出した。これにより、リアルタイムでの在庫管理と発注業務にかかる手間や時間を削減でき、トータルコストの削減と欠品による機会損失の防止を実現した。また、パソコンやスマートフォンからも在庫数や発注状況を確認できるようになった。在庫管理は、繁忙期や閑散期に応じて発注数の変更が必要であり、環境に応じた柔軟な対応をしている。

三菱重工冷熱では、管理するパーツ量が増加するにつれてスマートビンの棚も増やした。現在は通常の棚タイプのほかにパレットタイプも利用し、締結部品だけでなく、ほかの部品の管理にも対応しているという。

### (3) 日本企業への示唆

ボサードの事例における日本企業への示唆として、顧客業務代行による提供価値の再定義が挙げられる。

同社は、在庫管理と物流に関するコスト削減を提案し、提供価値の拡大を行った。同社

が扱っているのは締結部品やネジという、とかく価格競争になりがちな製品である。そこで単に製品提供ではなく、管理業務の手間やコスト、機会ロスなどに顧客の意識を向け、付加価値の高いリカーリングモデルの提供を実現している。顧客の工場内における在庫管理、発注業務などを請け負うマネージドサービスモデルである。

実際、ボサードには、ネジの供給ではなく、スマートビンの仕組みを提供してほしいという問い合わせが多数あるという。これは同社をネジの商社と捉えているのではなく、工場における常用品の在庫管理、発注の仕組みを提供してくれるソリューションベンダーと考えているからだ。

このように、日本企業も製品を供給するという視点から、発注業務などの管理業務代行や顧客が抱えている課題や不具合にその思考を広げることで、リカーリングモデルの事業構築を行うことが求められる。

## Ⅲ リカーリングモデル構築に向けて

第Ⅱ章の事例から、機械業界がリカーリングモデル構築に向けて実施すべきことを述べる。ケーザー・コンプレッサー、ディア・アンド・カンパニー、ABB、ボサードの事例に共通しているのは、顧客価値を再定義していることである。顧客にハードウェアを販売するのではなく、サービス利用によって便益を提供するよう再定義している。提供価値を転換するために、ICTのプラットフォームを構築しているのである。ICTのプラットフォームは、目的ではなく、再定義した提供価値を実現するためのツールという位置付けなの

だ。そして、自前主義にこだわらず、積極的に外部と提携をしている点である。

そこで、①顧客価値の再定義、②ICTプラットフォームの構築、③他社との提携による顧客起点での提案、について述べていく。

## 1 | 顧客価値の再定義

リカーリングモデル構築に向けて日本企業がまずやるべきことは、顧客に対して自社は何を提供するのかを再定義することである。

ケーザーはその提供価値を、コンプレッサーを供給することではなく、圧縮空気の安定供給であると定義付けた。顧客が欲しいのはコンプレッサーではなく圧縮空気なのである。ディア・アンド・カンパニーは、農機の提供から、農機の遠隔診断やリモートサービス、加えて、農地に関する耕作履歴、天候情報、農作業の計画の策定とそれに伴う従業員の最適配置計画の支援と定義付けた。これは単に機械を販売する事業から、農業の効率化、農作業の負担軽減、安定化を実現している。

また、ディア・アンド・カンパニーは2015年に大胆なデジタル変革戦略に着手し、自社のビジネスモデルにデータを取り入れ始めた。同社は現在、自社製の車両に3Gや4Gの通信接続機能を組み込み、全米から農機の作業状況に関するデータを収集し、米国で作付けされたトウモロコシ、ジャガイモ、砂糖などの量に関する緻密な需要予測を立て、種子関連企業、化学企業、銀行、政府など農業に関連する組織に情報提供することで、新たなリカーリング事業の収益を獲得している。

このように自社が提供する価値の再定義をすることが必要となる。

## 2 | ICTプラットフォームの構築

リカーリングモデルを構築する上では、ICTのプラットフォーム提供が不可欠である。たとえばディア・アンド・カンパニーでは、MyJohnDeereをプラットフォームとして提供し、農機の遠隔診断や農機から得られるさまざまな情報をプラットフォーム上で蓄積している。ABBはABB Abilityを用いてクラウド環境でさまざまな機器のデータを集め、さまざまな業界に関する専門知見を利用し、顧客の操業の効率化を支援している。ボサードのスマートビンは、顧客の在庫管理や発注業務のプラットフォームであるが、顧客の繁忙期、閑散期含め在庫がどのように変動するかを把握し、業務を代行することができる。

リカーリングモデルを構築するには、顧客の業種に応じたノウハウの蓄積が求められる。ノウハウの蓄積には、ICTプラットフォームの構築、機器管理、稼働データや操業データの収集などを行わなければならない。機器の保守から入り、機器の接続、遠隔診断とサービスを展開していくと、顧客にとってのメリットも把握しやすいと思われる。

ただし、それだけではリカーリングモデルの成立とはならない。リカーリングモデル構築において重要なのは、単なる遠隔監視にとどまらず、機器の操業ノウハウなど、顧客にとっての価値が提供できるレベルまでそのデータを高めていくことである。そのためには、機器データだけでなく、顧客の作業履歴などを集めるために、十分なビジネスモデルの構築を行い、データ収集と分析により、リカーリングモデルの構築を進めなければならない。ICTプラットフォームはその基盤とな

るものである。

### 3 | 他社との提携による 顧客起点での提案

顧客の業務を抜本的に変えるには、業務を一貫して改革するような提案が求められる。それには、自社のハードウェアに関連するソリューションだけでは提供価値の幅が狭く、十分な価値が提供できない。たとえばABBは、自社の提供価値を広げるためにダッソー・システムズとの提携を行った。ダッソー・システムズが提供するPLM、3Dでのシミュレーションは、生産工程を抜本的に見直す際に必要不可欠なものであり、工程のシミュレーションからロボットの導入と、一連の流れを2社共同で提案できることは顧客にとってのメリットも大きい。このように顧客の業務を抜本的に改革するためには、他社との提携も厭わない姿勢が必要である。

機械業界は、日本企業のすり合わせの強みがいまだ存在している領域である。しかしながら、自社製品の品質に安住しては、その強みも長くは続かないだろう。その強みをさらに光らせるためにも、モノづくり企業としての強みを生かしたりカーリングモデルの構築が求められている。

#### 注

物理空間にある現実の機器や設備の稼働状況、環境情報などをリアルタイムで収集し、仮想空間上に機器や設備を構築し、これらのデジタル情報（モデル）を用いてシミュレーションを実施することにより、設計の改善や環境に応じた動作指示、故障予測などを可能にする手法

#### 参考文献

- 1 日本経済新聞きょうのことは「中国製造2025とは 重点10分野と23品目に力」(2018年12月7日)  
<https://www.nikkei.com/article/DGXXKZO38656320X01C18A2EA2000/>
- 2 五十嵐剛「“空気を使った分だけ払う” サービスへビジネスモデルを変革させたケーザー・コンプレッサー」SAPジャパン公式サイト (2015年3月9日)  
<https://www.sapjp.com/blog/archives/10641>
- 3 「除草剤の消費量を9割削減！人工知能で雑草だけをピンポイントで除草するロボット」TECHABLE (2018年7月10日)  
<https://techable.jp/archives/79501>
- 4 「ABBとダッソー・システムズがグローバル・ソフトウェア・パートナーシップを締結」ダッソー・システムズプレスリリース (2019年3月5日)  
<https://www.3ds.com/ja/press-releases/single/abb-and-dassault-systemes-enter-global-software-partnership-for-digital-industries/>
- 5 「事例：01株式会社リングーハット／ぎょうぎロボットが活躍する外食の近未来を垣間見る先端的なロボット技術」オリックス・レンテックHP「ロボット事業」  
<https://www.orixrentec.jp/roboren/case/ringerhut.html>
- 6 「ABBとエリクソンは産業のデジタル変革への道を開きます」ABB Webサイトグループリリース (2020年1月21日)  
<https://new.abb.com/news/ja/detail/55837/abb-and-ericsson-pave-the-way-for-digital-transformation-of-industries>
- 7 「ABB、Covariantと提携し統合型AIロボットソリューションを展開」ABB Webサイトプレスリリース (2020年2月25日)  
<https://new.abb.com/news/ja/detail/57457/abb-and-covariant-partner-to-deploy-integrated-ai-robotic-solutions>
- 8 ABB Webサイト  
<https://new.abb.com/products/robotics/>

- service/connected-services
- 9 ボサードWebサイト  
<https://www.bossard.com/en/smart-factory-logistics/>  
<https://www.bossard.co.jp/smartbin/>
- 10 「タイEECに積極関与する中国——『一带一路』リンクによりインフラ分野で存在感」『みずほインサイト』みずほ総合研究所（2019年2月18日）  
<https://www.mizuho-ri.co.jp/publication/research/pdf/insight/as190218.pdf>
- 11 ケーザー・コンプレッサー『SIGMA Air Utility』  
<https://www.kaeser.com/int-en/products/sigma-air-utility-operator-model/>
- 12 岩本晃一「IoTが雇用に与える影響：ケーザー・コンプレッサーの事例」独立行政法人経済産業研究所「IoT, AI等デジタル化の経済学」第26回（2016年10月17日）  
<https://www.rieti.go.jp/users/iwamoto-koichi/serial/026.html>
- 13 マーク・アインシュタイン「IoTの未来を担うのは『データ駆動型ビジネスモデル』なのか」ダイヤモンドオンライン（2017年10月25日）  
<https://diamond.jp/articles/-/146483?page=3>
- 14 「JOHN DEERE DATA SERVICES & SUBSCRIPTIONS STATEMENT」ジョン・ディアWebサイト（2019年11月1日）  
<https://www.deere.com/en/privacy-and-data/data-services/>

---

**著者**

青嶋 稔（あおしまみのる）

野村総合研究所（NRI）コンサルティング事業本部  
シニアパートナー

専門はビジョン策定、中長期経営計画策定、M&A、PMI、本社改革、マーケティング戦略策定、組織改革など

米国公認会計士、中小企業診断士