

第7回 重電業界における リカーリングモデル構築事例と示唆



青嶋 稔



小宮昌人

CONTENTS

- I 重電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 日本の重電業界は業界構造の大きな変化に直面している。世界的なESGへの関心の高まりから、石炭火力に対する目は厳しくなっている。また、太陽光発電、風力発電などの進化により、電力会社が大型の電力プラントで発電する仕組みから分散電源に大きくシフトしている。交通システムにおいても中国の中車、欧州のアルストムとカナダのボンバルディアの統合により、国際競争はますます厳しくなっている。
- 2 先進事例として、シーメンスの「Smart Energy Suite」によるプラントに対するエネルギーソリューションとスマートシティ事業、アルストムのCBM、ロールス・ロイス・ホールディングスの「Power By The Hour」、エアバスの「Skywise」について述べる。
- 3 日本の重電業界への示唆として、①サービス事業モデルへの転換、②ベンダー起点から顧客起点でのIoT、③自前主義を脱却したIoTパートナーの探索、がある。製品事業からサービス事業へと起点を転換することが必要であるし、そのためにも、自社のサービス効率を高める視点から顧客の運用改善など顧客起点へと考え方を転換することが求められる。それらを実現するには、自前主義を脱却し、外部パートナーとうまく連携しながらリカーリングモデルを構築することが必要である。

I 重電業界が直面する経営課題

日本の重電業界は業界構造の大きな変化に直面している。世界的なESG (Environment, Social, Governance) への関心の高まりから、石炭火力に対する目は厳しくなっている。経済産業省は、CO₂を多く排出する石炭火力発電所の休廃止を促し、2030年までに段階的に進めることを発表した。ESGの高まりにより、石炭火力関連の企業や事業から投資を引き上げる動きが高まっている。

また、太陽光発電などの再生可能エネルギーや蓄電池の発達で、電力会社の大型電力プラントによる発電から分散電源へと仕組みが大きくシフトしている。交通システムにおいても中国の中車、欧州のアルストムとカナダのボンバルディアの統合で、国際競争はますます厳しくなっている。こうした中、日本の重電メーカーは過去にない厳しい国際競争とビジネスモデルの変革を迫られている。

1 | 電力業界の自由化とそれに伴う再編

日本の電力・インフラ業界が抱えている経営課題とは、各業界が大きな構造変化に直面していることである。

たとえば電力業界ではかつて、供給者と需要家の関係が明確に分かれていた。大きな電力会社が発電設備、送電設備、配電設備などのインフラをすべて保有し、電力を生み出していた。産業需要家であれ個人需要家であれ、需要家が電気を使うには、電力会社から電気を買う以外に手段がなかった。しかしながら、電力の自由化に伴い、こうした市場環境は大きく変化した。特に自由化の進展が早

かった欧州の状況を見てみたい。

欧州委員会は1985年に、非関税障壁の撤廃と単一市場の完成をうたった「域内市場白書」を作成した。この白書に基づいた「単一欧州議定書」が87年に締結され、人・モノ・サービス・資本の移動が自由な単一市場の完成を92年に目指すこととなり、電力もその一つと考えられることとなった。具体的には、89年に英国で国営電力会社の構造改革が始まり、90年に民営化され、3社の発電会社と1社の送電会社に分割。さらに各地区の配電所を民営化し、91年には小売の全面自由化が実施された。99年には家庭向け小売りも自由化された。それ以前から自由化が進んでいたガスと組み合わせ、電力とガスの販売をセットにしているケースも非常に多い。

フランスでも電力自由化が段階的に実施された。EU電力自由化指令で99年2月から小売市場の自由化が規定されていたため、同年2月以降約20%、その後、電力自由化法が2000年2月に制定され、5月以降約30%、03年2月以降約37%、04年7月以降は産業需要家に自由化され、さらに07年7月以降は全面自由化されている。

こうした電力自由化の後、欧州では09年から第三次エネルギーパッケージが導入され、送配電の所有権分離が進んだ。さらに、09年から再生可能エネルギー利用促進指令により再生可能エネルギーの利用が促進された。そんな中、ドイツのエーオンによる英国のPowerGen社の買収、イタリアのエネルによるスペインのエンデサ買収、フランス電力によるイタリアEDISON社買収などが進み、ドイツの50Hertz社やTennet社といった送電事業者が独立するなど、電力サービス事業者に

おける再編が加速している。14年には再生可能エネルギーの利用が促進され、温室効果ガスの排出量削減、エネルギー利用の効率化がうたわれた。15年にはパリ協定が採択され、石炭火力に対する規制が強化された。

この流れの中で、従来の発電事業者の縮小と撤退が進んだ。たとえばエーオンは、再生可能エネルギー事業以外の火力発電、水力・原子力といった発電、すなわち従来の発電事業をUniper社として分離、しかも非連結の持ち分法対象とした。さらに18年1月には、Uniper社をフィンランド電力大手フォータムに売却することで合意した。

さらに、ドイツRWE AG社は新規ビジネスを推進するため、同国の再生可能エネルギーによる発電ベンチャーのBelelectric社など、スタートアップの買収を進めた。またRWE AG社の注力事業である再生可能エネルギー、エネルギー小売、送配電事業をInnogy社として分割した。18年3月にエーオンはInnogy社の株式76.8%をすべて取得、さらに少数株主の株式を公開買い付けし、Innogy社を子会社化した。エーオンはこうしてRWE AG社の再生可能エネルギー発電事業部門と電力小売部門であるInnogy社を傘下に収めたのである。

RWE AG社は、売却したInnogy社が保有していた再生可能エネルギー事業とエーオンの再生可能エネルギー事業を手に入れた。その結果、エーオンとRWE AG社の再生可能エネルギー事業はRWE AG社に、送配電および電力小売事業がエーオンに集約するという大胆な再編が行われた。このように欧州の電力サービス事業者は再編を繰り返した。

欧州の電力市場の変化は、参画している重

電メーカーにも大きな変革を余儀なくさせた。たとえばシーメンスは、19年5月にガス&パワーを別会社化し、シーメンスガメサ・リニューアブル・エナジーの株式を譲渡して、事業規模300億ユーロ、従業員8万人を擁する巨大な企業を設立すると発表。現在、社内カンパニーのガス&パワーとシーメンスガメサを統合した新たな戦略会社シーメンスエナジーを20年9月末までに上場会社として分社化予定である。

シーメンスは、メガトレンドの予測、予測結果に基づく将来像の策定、経営戦略への落とし込み、事業ポートフォリオの組み換え、事業別の将来像の確認と必要事業の買収、非コアな事業の整理といったプロセスを踏まえることで、イノベーションに対応している。ガス&パワーの新たな戦略会社の設立は、大胆なポートフォリオの組み換えの一環である。

エーオンとRWE AG社に見られたように、10年以降、原子力や火力発電の採算の悪化、再生可能エネルギーの成長により、脱炭素へのシフトが強まり、RE100への加盟やESG投資などエネルギー環境は大きく変化している。再生可能エネルギーへのシフトに加えて、電源の分散化も大きな流れである。シーメンスがこのような再編を行っていることは、再生可能エネルギー、分散電源へのシフトといった非連続な変化に対応するため、同社が持っている再生可能エネルギー、発電・送配電などのリソースをまとめ、業界に対するイノベーションを起こしていこうとするものである。

こうすることで、高圧送電事業、シーメンスガメサが保有する風力発電など再生可能エ

エネルギー事業を傘下に収め、売上高300億ユーロのエネルギー産業のリーダー企業となることを狙っている。

2 | 交通システムにおける再編

鉄道領域も大きく再編されている。フランスの重電メーカー、アルストムは、2020年2月にカナダのボンバルディアの鉄道関連事業を買収すると発表している。その規模は、58億～62億ユーロ（6900億～7300億円）という大型買収である。17年にアルストムは、ドイツのシーメンスとの統合を試みたが認められなかった。そのため、アルストムにとってボンバルディアとの統合は悲願であった。高速鉄道に強いアルストムと地下鉄や都市鉄道に強いボンバルディアは、補完関係を作れる。また、今後期待される環境負荷の小さい車両の開発においても、シナジーを追求していくものと思われる。

このように統合で企業規模の拡大を求める背景には、中国が中車により巨大な勢力を作り上げていることがある。南車と北車が統合して誕生した中車は、その売上規模が2.55兆円となり、18年度売上では世界の鉄道関連メーカーの中で圧倒的なナンバー1を誇っている。アルストムとボンバルディアの売上を合算すると約2兆円になるが、なお中車には届かない規模である。

中車は海外事業の拡大に積極的であり、19年にはポルトガルの地下鉄整備で受注を獲得し、欧州での実績作りができた。また、中国の国策である一帯一路に伴い、アフリカやアジアで大型受注を繰り返し、アルストムが強みを持つ市場でその存在感を高めている。

国内メーカーで見ると日立製作所は世界7

図1 鉄道車両関連事業ランキング（2018年度）

順位	企業名	売上高
①	中国中車（中）	2.55兆円
②	シーメンス（独）	1.1
③	アルストム（仏）	1.02
④	ボンバルディア（カナダ）	0.99
⑤	ワブテック（米）	0.92
⑥	中国铁路通信信号（CRSC、中）	0.67
⑦	日立製作所	0.62
⑧	クノールプレムゼ（独）	0.44

* 日本鉄道車両工業会。米ワブテックは統合した米GEの鉄道車両会社との合算出所）日本経済新聞「仏アルストム、雪辱の鉄道再編 中国勢の台頭に危機感」（2020年2月18日）より作成

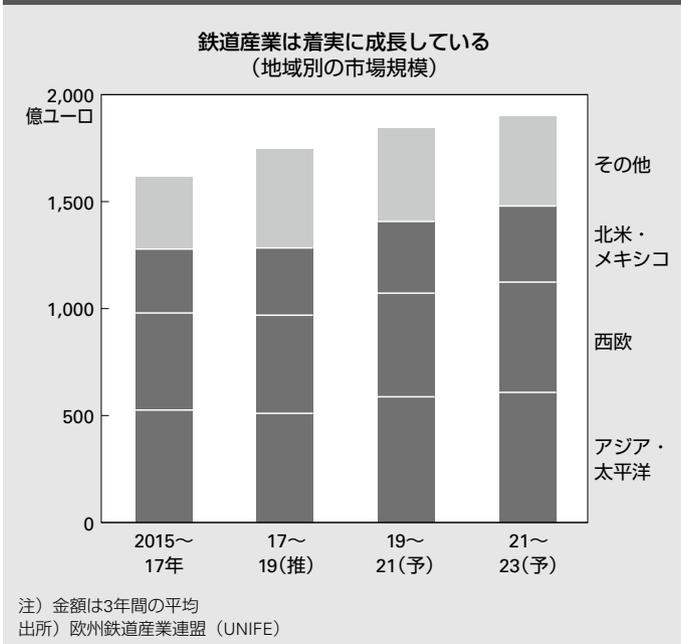
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO55795380Y0A210C2TJ1000/>

位であり、規模では見劣りがする。アルストムとボンバルディアが合併して2位となり、3位のシーメンスと合わせ、中車とともに大手を形成する。アルストム・ボンバルディア連携ができたことで、日立製作所などの日本勢は欧州勢と組む機会は大きく減ることになるだろう（図1）。

鉄道はグローバルの成長が続く。欧州鉄道産業連盟（UNIFE）によると、鉄道の世界市場規模は21年から23年の平均で1920億ユーロ（23兆円）と、15年以降で年率2.7%の成長を続ける。これは環境意識の高まりや新興国の成長により、公共交通機関に追い風が吹いているからである（図2）。

こうした環境の中で、日本メーカーには中国、欧州勢とは異なる差別化のシナリオが求められている。ハードウェアの品質の良さだけでなく、そこにIoTなどITを組み合わせることで、新たなリカーリングによる収益モデ

図2 鉄道産業規模予測



ルを確立していくことが求められる。

II リカーリングモデル事例

1 | シーメンス

(1) 企業概要

シーメンスは2019年度売上高が865.5億ユーロ（約10兆4725億円）、従業員数38万5000人の巨大企業である。19年4月から、スマートシティに対応する「スマートインフラストラクチャー」、スマート工場や制御機器、製造業向けソフトウェアなどを手掛ける「デジタルインダストリーズ」、発送電設備や関連システムを扱う「ガス&パワー」という3つの社内カンパニーと、風力発電システムのシーメンスガメサ、鉄道システムのシーメンスモビリティ、医療システムのシーメンスヘルスケアという3つの戦略会社から成る新たな組織体制に移行した。

(2) リカーリング事業を生み出す

事業部門の再編

シーメンスがリカーリング事業を推進できている理由は、常に製品起点ではなく市場起点で事業部門を再編し続けていることにある。前述したように、社内カンパニーのガス&パワーとシーメンスガメサを統合した「シーメンス エナジー」を2020年9月末までに分社化、連結対象から外れる上場会社とする予定である。また、風力事業を手掛けるシーメンスガメサをシーメンス エナジーの連結子会社にする予定である。こういった動きは今後の市場衰退を見越したものであり、売上高300億ユーロ、従業員規模8万人という規模になる。

この再編は、メガトレンドを予測し、経営戦略へと落とし込み、事業ポートフォリオを組み換えた事業別の将来像の確認と方針確定に基づくものである。これは同社が製品単体を売り切るのではなく、ソフトウェアやサービスなどを組み合わせ、IoTプラットフォームであるMindSphereでつなぎ合わせたリカーリング事業へ舵を切っていることを表している。

(3) リカーリング事業

① Smart Energy Suite

前述したように、シーメンスは電力会社に対するガスタービンなどの販売事業をシーメンス エナジーとして分社し、軸足をスマートファクトリーなど工場向けのソリューションへとシフトしている。エネルギー分野においては分散電源へとシフトしており、プラント事業者などにエネルギーソリューションを展開している。

「Smart Energy Suite」は、プラント運営事業者がエネルギー消費を可視化できるようにするものである。統合されたTIA (Totally Integrated Automation) ポータルを展開している。デジタル設計から統合エンジニアリング、直感的操作までの一連においてデジタル化された操作環境を提供しており、エネルギー管理を自動的に連携し、TIAポータルでの簡単なエネルギー測定コンポーネントの設定やエネルギー用プログラムを自動的に生成し、エンジニアリングコストを大幅に削減することができる。

これによってプラント事業者は、エネルギーと生産データを連携させたエネルギーの状態を視覚化できる。さらに、エネルギーに関連するデータの収集、記録、管理まで一貫した担保が可能となる。

一方、顧客にとってのメリットを見てみたい。プラント事業者としては、「SIMATIC Energy Manager PRO」と連結して、個々の生産機械からプラント間および所在地間のエネルギー管理にわたるスケラビリティを担保できる。エンジニアにとってのメリットは、工程を簡単に設定できることと、エネルギープログラムを自動生成することによる効率的な導入ができることである。工場のオートメーションやエネルギー管理の単一プラットフォームを提供することにより、また、SIMATIC Energy Manager PROと連結することにより、プラント間および所在地間のエネルギー管理まで規模を拡大できる。

SIMATIC Energy Manager PROは、機械、システム、プラントの効率性を分析し、企業全体の効率性の管理とコスト中心の報告を実施して、エネルギー管理を最適化してい

る。SIMATIC Energy Suite、製造現場を可視化するSCADAソフトウェア^{※1}であるSIMATIC WinCC、プロセス制御システムのSIMATIC PCS 7、SIMATIC PLCと多くのインターフェースからエネルギーデータを受信するとともに、現場の測定デバイスから直接にエネルギーデータを受信できる。このようにデータを統合管理することで、エネルギーおよび生産データをその他のプラント情報にリンクすることができる。

これにより、SIMATIC Energy Manager PROは、たとえば生産ユニット、マシン、またはワークシフト単位でエネルギーコストを非常に簡潔に決定できる。複雑な未処理データを分析するのではなく、測定値を編集し、有効なKPIとして提示可能だという。

SIMATIC Energy Manager PROは、TÜV^{※2}に認定された拡張性の高いエネルギー管理ソリューションであり、ISO 50001で要求される法的規制の遵守を容易にするとともに、エネルギー効率やコスト効率の良いシステムおよびプラントの操業が可能であると発表している。このようなシーメンズのSmart Energy Suiteにおける効果としては、次のものがある。

(a) 運転コストの可視化によるコストの削減
エネルギーの浪費を検出するエネルギー効率の指標（漏れや待機時消費電力）の明確化、さらには要因別にエネルギーコストの報告をすることで、コストを削減する。

(b) 効率的なエネルギーの購入

最適なエネルギーサプライヤーの選択をサポートし、消費予測や契約シミュレーション

によるエネルギー供給契約の最適化を実現する。またエネルギーサプライヤーからの請求書を検証することができる。

(c) 分かりやすいエネルギー分析

キーデータ/KPIの定義、統合的な統計機能、さらに自動情報調整および表示用標準ツールを用い、モバイルデバイスなどへの表示サポートも行われることで、エネルギー分析を継続的にサポートする。

②スマートシティ事業

シーメンスはスマートシティのプラットフォームとしてもリカーリングモデルを展開している。IoTプラットフォームMindSphereを都市OSとして展開したり、ハードウェア、つまり発電などのユーティリティ、鉄道、ビル設備といったインフラを提供したりして、都市インフラ全体のO&M（維持管理用のソフトウェアプラットフォーム機能）を効率化している。

MindSphereでは、ビルディングなどスマートシティに関連する設備についてのO&Mがあるため、セキュリティ、エネルギーなどの維持管理に関する運用管理をワンストップで行うことができる。また、MindSphereはAPIをソフトウェア会社に公開しており、ソフトウェア会社はMindSphere上で使用するソフトウェアを開発している。このことが、さまざまな対応アプリケーションを生むエコシステムの構築につながっている。

シーメンスがMindSphereをリリースしたのは2016年だが、このIoTプラットフォームを通じてクラウドとつながっている機器やシステムは、その後の2年間で140万台近くま

で拡大した。そこから得られるデータは、バリューチェーン全体を通じた製品開発や生産、製造プロセスを最適化するとともに、社会インフラや複数の産業を横断的に連携しながら、メンテナンスの圧倒的な効率性などイノベーションを実現しようとしている。

シーメンスは、このように集めたデータを本当の価値に変換するため、世界36カ所にアプリケーションセンターを開設した。空港、ビルディング、都市、配電システム、エネルギーマネジメント、電力、交通システム（レールシステム、道路システム）、水などのインフラ領域において、豊富なアプリケーションを用意している。

たとえばアラブ首長国連邦（UAE）のドバイでは、空港や貨物、流通分野の業務プロセスを最適化するソフトウェア開発を推進している。また、同国のアブダビでは、石油やガス、水道、排水を中心としたプロセス産業向けのソフトウェア開発を推進している。さらに、21年10月1日から22年3月31日までドバイで、中東・アフリカで初となる国際博覧会「EXPO2020ドバイ」が開催される予定であるが、中東を代表する建築物であるドバイ歌劇場、シェイク・ザーイド・モスクはMindSphereでデジタル化される。

(4) シーメンスの事例からの示唆

①市場起点での事業再編

シーメンスの事例から得られる日本企業への示唆は、事業ユニットの柔軟な改定である。同社の事業部門再編は常に市場の変化を捉えており、リカーリング事業は自社の事業機会を最大化するために行われている。2019年4月からスマートシティに対応するスマー

トインフラストラクチャー、スマート工場を手掛けるデジタルインダストリーズ、そして、ガス&パワーと3つの戦略的社内カンパニーを設立、さらに20年9月末までのシーメンス エナジーの設立と非連結化は、市場の変化への対応に伴う同社の組織再編である。

この事業再編は、制御システムほか各種ソリューションの展開など工場のデジタル化、もしくはスマートシティに対して、発電機、グリッド網、鉄道車両、信号システム、ビル向けのBMS（ビルディングマネジメントシステム）、セキュリティ機器、などのハードウェアを提供し、さらにMindSphereにおいて、ハードウェアからのデータ収集と解析を行うことにより、「モノ」と「コト」を巧みに組み合わせた同社ならではのリカーリング事業を確立している。

MindSphereでは、ビルディングなどスマートシティに関連する設備についてのO&M機能を提供し、スマートシティ全体でのリカーリングモデルを実現している。このように、顧客の変化に伴い、柔軟に事業再編を行っていることには示唆が多い。

②プラットフォームによる

顧客起点での事業展開

顧客から獲得されるデータを基に、さまざまな機器の連携も行いながら、シーメンスは顧客に対する価値の最大化を実現している。スマートシティであればビル、鉄道など提供されるものはバラバラだが、それらをデータで連携させることで、人の動線などを解析し、どうしたらより安全で快適な街になるかという視点で価値提供を行っている。

2 | アルストム

(1) 企業概要

アルストムはフランスに本社を置く多国籍企業で、鉄道車両、通信・信号・メンテナンスなど、鉄道関連の総合的技術を保有する。創業は1928年、2019年3月期の売上高は80億7200万ユーロ（約9767億円）。前述したように、ボンバルディアの鉄道事業を買収することを20年2月に発表しており、ボンバルディアの鉄道事業売上（19年12月期）83億ドル（約8964億円）を合算すると、日本円で2兆円程度の鉄道部門の会社となる。

(2) リカーリング事業

アルストムはサービス原価を低減するために、CBM（Condition Based Maintenance：予兆保全と類似する考え方）に取り組んでいる。昨今はセンサーやデータ解析技術が発達したため、CBMはメンテナンスの効率性向上、コスト低減という意味で非常に重要な技術となっている。

同社はCBMに基づく「HealthHub」というサービスプラットフォームを保有している。HealthHubは、顧客である鉄道会社の重要課題である営業費用の30%を占める車体・インフラのメンテナンスコスト削減、稼働率向上に寄与するサービス効率化を実現している。車両管理サポートを通じた車両稼働状況モニタリングで最適車両配置提案も行っている（図3、表1）。

また、同社はCBMを通して部品コストなどトータルコストの削減・さらに車両稼働率向上という現状の顧客ニーズを満たすことで、ハードウェア+保守事業の囲い込みを行うと同時に、新規開拓にも生かそうとしてい

図3 HealthHub

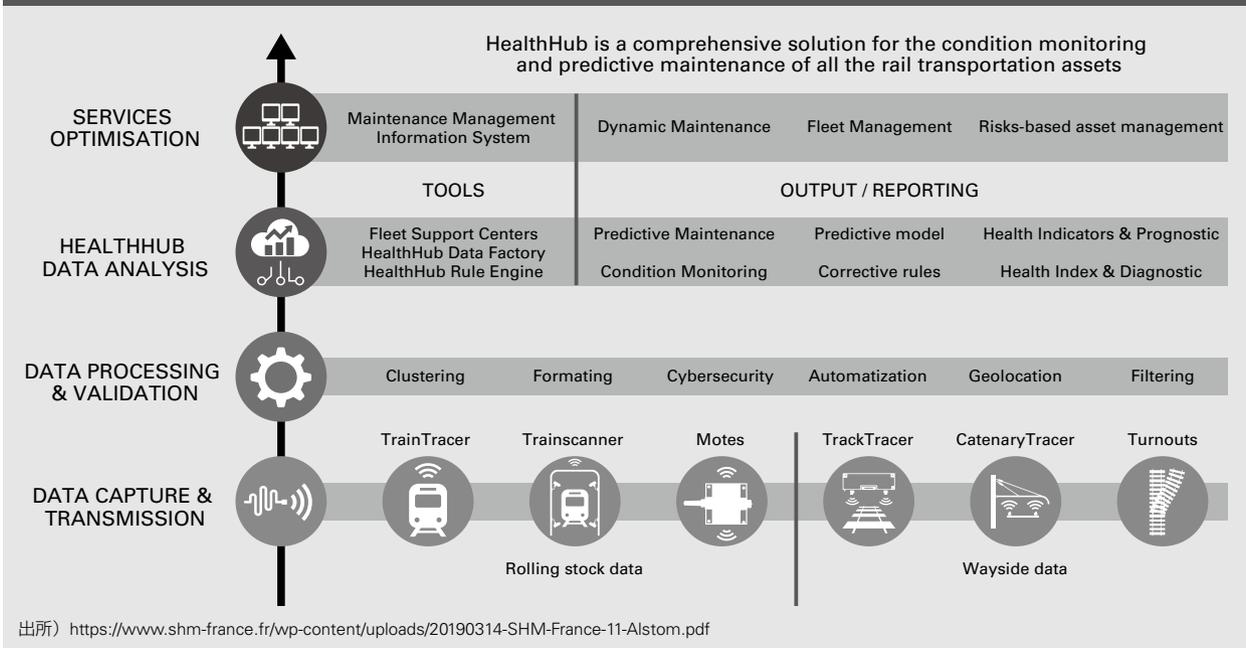


表1 HealthHubの目的と効果KPI

MAINTENANCE OPERATIONS		HEALTHHUB OBJECTIVES	BENEFITS
CONDITION MONITORING	PATROLING, MEASURING, INSPECTING	AUTOMATIZATION HIGHER FREQUENCY	TIME SAVINGS KPI
	HEALTH DIAGNOSTIC	REMOTE AND REAL TIME ACCURATE GEOLOCALIZATION	
	TROUBLE SHOOTING	FALSE ALERTS REDUCTION FAILING ASSET IDENTIFICATION	
PREDICTIVE MAINTENANCE	HEALTH PROGNOSTIC	REMAINING USEFUL LIFE RULES ASSET LIFETIME INCREASE	LCC SAVINGS KPI
	HEALTH MANAGEMENT	DYNAMIC MAINTENANCE PLANNING SAF REDUCTION	

出所) <https://www.shm-france.fr/wp-content/uploads/20190314-SHM-France-11-Alstom.pdf>

る。

さらに、成長するAPACや南米といった地域で、CBMによるメンテナンスオペレーションの最適化を前面に押し出した販促を推進

している。このように、同社はHealthHubを使って車両提供とメンテナンスを有機的に結合したサービスを展開することで、新興国オペレータへの対応を強化し、市場開拓を推進

している。メンテナンスコストの削減や車両の稼働率向上を強みに、車両+保守サービスの新規案件の開拓、保守サービスの収益性を目指している。

アルストムにとって、CBMは受注のための差別化要素となっている。そのため、入札担当者がCBMの販促を行うと同時に、ソフトウェア開発に特化した部隊を設置し、技術的観点から入札担当部隊を支援してリカーリングモデルの盤石化に努めている。

(3) アルストムの事例からの示唆

CBMの具体的な検討

日本の重電メーカーにとって、ガスタービンや昇降機などは保守契約が紐づいた優良事業であるが、いまだ保守契約が取れていない製品も多い。かつて保守契約というと定期メンテナンス契約が基本であったが、現在はセンサーやデータ解析技術を駆使すれば、CBMにより必要に応じてサービスを提供することが可能となっている。つまり、まだ交換しなくてもよい部品を交換するという無駄をなくせるし、突発的に部品が故障してしまい、顧客にダウンタイムによる損害を与えることもなくなる。

このように、CBMは保守サービス事業を行うハードルを下げると同時に、センサーの設置、データを蓄積するクラウドシステムなど、ICTの仕組みを検討しなければならない。検討を進めるためには実現したいビジネスモデルを具体的に構想すると同時に、ベンダーからRFI (Request For Information: 情報提供依頼書) による情報収集、さらにはRFP (Request For Proposal: 提案依頼書) の作成と提出でシステム開発ベンダーを決定

し、要件定義、システム開発といったプロジェクトを進めなければならない。

しかしながら、社内にシステム開発を行うプロジェクト経験者が豊富ではないことも考えられる。その場合は信頼できる外部パートナーに相談し、これらのプロセスを外部パートナーの伴走の下、一通り経験しておく、人材育成を行うことも急務である。「リソースがないからできない」では時間だけが経過してしまうし、リソースがない状態で外部から少人数採用してもうまく機能しないことも多い。まずは、外部パートナーと迅速にプロジェクトを立ち上げ、社内の経験知を蓄えることが大事だ。

3 | ロールス・ロイス・ホールディングス

(1) 企業概要

ロールス・ロイスは、1906年に英国に設立された航空用エンジン、乗用自動車を製造する会社であったが、71年に経営破綻し、英政府により一時国有化された。その後、自動車部門を切り出し、87年にサッチャー政権下で再び民営化され、ロールス・ロイス・ホールディングス (以下、ロールス・ロイス) が設立された。

同社は、航空機エンジンや船舶・エネルギー関連機械を製造販売しており、90年代に航空機エンジンメーカーなどの買収を重ねた。2014年にエネルギー事業の一部をシーメンスに売却し、航空機エンジンの事業比率を一層高めている。民間航空機・軍用機向けのエンジンや航空機・船舶・エネルギー関連向けのパワーシステムの開発・製造、原子力発電関連サービスなどを手掛ける。50カ国以上に拠

点を持ち、顧客は150カ国を超える。

(2) IoTの活用による

リカーリングモデルの確立

ロールス・ロイスは航空機エンジンの設計、製造、保守・整備の3つの主要分野でビッグデータを活用している。設計では数十TBに上るデータを使って製品の作動シミュレーションを行い、エンジン部品の製造ではネットワーク化した自動製造の導入を進め、販売後の保守・整備ではエンジンの性能を監視・評価し、これをサービスとして顧客に提供している。

販売後のエンジンの不具合に関する診断や是正、再発防止のためにIoTとビッグデータの活用を進めることで、自社だけでなく顧客である航空会社のコストを削減するとともに、設計プロセスの段階で不具合が起こる可能性を取り除き、生産プロセスの簡素化を図っている。この中でロールス・ロイスが現在、最も力を入れているのが販売後の保守・整備を含めたサービス分野である。

①従来のトータルケアと

予兆保全の取り組み

約20年前、ロールス・ロイスは航空エンジンの製造・販売事業から、同社の航空エンジンを使用する航空会社に対する総合的な整備サービス事業への転換を目指し、整備サービスの刷新に着手して「コーポレートケア」または「トータルケア」と呼ぶサービスを導入した。料金はエンジンを整備した時点ではなく、航空機の飛行時間、つまりエンジンの使用時間に基づいて算出される。世界中にオペレーション・サービスセンターを設置し、各

エンジンからフィードバックされたデータを専門のエンジニアが分析する。

これにより整備が必要な要因や状況が明確になり、エンジニアは問題や故障が発生する可能性を軽減あるいは回避するために整備することになる。また、ビッグデータを分析するエンジン・ヘルスマネジメントシステムで航空エンジンを監視するため、整備の実施スケジュールを明確にできる。同社の典型的なエンジン「トレント (Trent)」には約25のセンサーが取り付けられ、燃料の流れから圧力、振動、温度、機体の高度や速度、外気温などを測定しているが、飛行中、地上には分析に必要な主要データが伝送され、エンジンの全フライトデータについては着陸後に入手して周辺データと合わせて調べ、エンジンの性能を監視・評価しているのである。

②クラウドベースのIoTの導入

ロールス・ロイスは2016年7月にマイクロソフトと契約し、データ収集には「Microsoft Azure IoT Suite」、データ分析には「Cortana Intelligence Suite」を活用して、クラウドベースのIoTと分析プラットフォームを「トータルケア」のサービスに統合している。

同社の航空機用エンジンは、世界で毎月5万以上のフライトを支えているため、運用効率を向上させるには、エンジン、天候などのデータを集め、解析することに大きな意義があると考えた。航空機用エンジンには何百ものセンサーが付いており、フライトごとに数GBのデータが送信されるといわれている。分析しなければいけないデータが膨大である分、その効果も特に燃料消費においては莫大であり、燃料使用を1%削減すると、航空機

1台当たりの年間のランニングコストを25万ドル抑えることができるといわれている。そのため、データ分析はコスト面でも絶大な効果があるといわれている。

同社は、構築したプラットフォームを活用し、航空機に搭載したエンジンに取り付けた数百のセンサーから、エンジンの性能状況、燃料使用データ、ルート制約に関する情報などを収集し、リアルタイムでデータセンターに送付・解析をしている。分析する情報には機体が飛行中に送ってくるエンジン性能に関する情報、フライトプラン、フライトレコーダーに記録されるデータ、サードパーティが提供する天候の予報データと実際の天候データなどがある。

これらのデータをまとめて結合することで、分析を短時間かつ効率的に行うことが可能となっている。また、飛行中に起きたエンジンの異常や不具合がほかのエンジンにも広がる兆候がないかを診断し、何らかの懸念がある場合は、飛行中の航空機に伝えることで、トラブルを未然に防いでいる。

燃料ポンプなどエンジン部品においては、飛行時間に基づいて保守のために取り外すことを推奨するが、各ポンプから収集した詳細データの分析結果を、データモデルや世界中の航空機に搭載されたポンプのデータと比較して、特定のポンプが十分に作動しない可能性や想定されていた飛行時間より早めにポンプを取り換える必要性について、警告を発することができる。逆に燃料ポンプの交換時期に近付いても、監視・分析の結果から性能に全く問題はないため整備時期を延期するといった判断もできるため、保守を部品の摩耗状況に合わせて適切に行うことができる。

③Power By The Hourの導入

ロールス・ロイスはこのようなりカーリングモデルの仕組みを活かし、成果報酬型のビジネスモデル「Power By The Hour」を導入している。これは、航空エンジン事業をエンジンの機器販売ではなく、エンジンを使用した時間や出力に応じて課金するビジネスモデルである。消耗品・交換品の手配、メンテナンスエンジニアの配置・サービス実施など、すべてを同社が担うこととなる。同社はジェットエンジン内のあらゆる箇所にセンサーを搭載し、データを蓄積している。そのデータの分析結果は、エンジンの予兆保全とともに、効率的な飛行計画・フライトパターンの分析にも活用されている。前述のMicrosoft Azure IoT Suiteを用いたIoTとの連携による遠隔でのデータ統合管理や、機械学習を活用したエンジンの予兆保全なども実施することで、Power By The Hourの導入が可能となっている。

④R2 Data Labsによる機械学習、AI、データアナリティクスを利用した新たなサービス

ロールス・ロイスは、IoTやAI、ビッグデータなどの最新の技術などを組み合わせて、顧客のビジネスメリットを生み出している。

2017年の終わりには、機械学習、AI、データアナリティクスを利用して新たなサービスを生み出すことを目指す取り組み「R2 Data Labs」を発表した。このラボには、同社が「データイノベーションセル」と呼ぶ部門横断のデータ専門家グループがある。これらの専門家グループは、DevOps^{注3}の手法を用いてデータを調査する。DevOpsによりソ

フトウェアの開発と運用を組み合わせ、システム開発のライフサイクルを短くし、ソフトウェアの品質を高めるとともに継続的に供給することが可能となっている。同社によれば、18年の終わりまでに、同社製エンジンを搭載する稼働中の航空機から毎年70兆件のデータポイントが収集可能となり、そのデータから何かが起きたとき、その背景などを理解する航空機エンジンを開発する計画があるという。

同社には30年間にわたるデータ統合の歴史があり、R2 Data Labsのチームには200人のデータアーキテクト、エンジニア、科学者、専門的マネジャーがいて、エンジンの監視によって17年1年間で2億5000万ポンド（約350億円）の価値を生み出している。チームはデザイン思考のアプローチでビジネスチャンスを見つけ、アプローチの素早さと妥当性を証明しながら検証を繰り返すことで、アイデアの段階から素早く製品を生み出す段階まで進めている。

(3) ロールス・ロイスの事例からの示唆

①部門を超えたデータの活用と事業設計

ロールス・ロイスは航空機エンジンの設計、製造、保守・整備の3つの主要分野でビッグデータを活用し、設計では製品の作動シミュレーションを行い、エンジン部品の製造ではネットワーク化した自動製造の導入を進め、販売後の保守・整備ではエンジンの性能を監視・評価し、これをサービスとして顧客に提供している。

販売後のエンジンの不具合に関する診断や是正、再発防止のためにIoTで取得したビッグデータを活用することにより、自社の保守

コストを抑えるだけでなく、航空会社の運用コストを削減している。それとともに取得したデータを解析し、設計に活かすことで、設計プロセスの段階で不具合が起こる可能性を取り除き、生産プロセスの簡素化も実現している。同社は、販売後の保守・整備を含めたサービス分野に力を入れることで、導入後のデータ取得、解析を行い、設計、製造、保守・整備の3分野での部門横断的なデータ活用を推進している。

②R2 Data Labsによる機械学習、AI、データアナリティクスを活用した新たなサービスの開発

ロールス・ロイスは、IoTやAI、ビッグデータなどの最新の技術を組み合わせて、顧客のビジネスメリットを生み出している。そこにDevOpsの手法を取り込み、データ調査、アイデアの試行、資産の利用、効率性、安全性などの向上につながるオペレーションを常に試行しながら新たなイノベーションを生み出している。

4 | エアバス

(1) 企業概要

エアバスは1970年に設立されたフランスに本社を置く航空機メーカーである。1967年7月、仏・独・英の政府が航空分野における協力強化に合意し、誕生した。その後、2001年に株式会社化された。19年度の売上高が705億ユーロ（約8兆5300億円）の巨大企業である。

(2) リカーリング事業

エアバスは航空機のIoTプラットフォーム「Skywise」を2017年6月のパリ航空ショー

で発表した。当時のトーマス・エンダース CEOは「このシステムの導入で航空機の世界はがらりと変わる」と力を込めたという。それまで、販売した航空機の整備や維持は航空会社が担い、航空機メーカーにとっては売り切りだった航空機ビジネスを、Skywiseはリカーリングモデルに大転換するものとなった。逆にいうと、それまでの航空機ビジネスでは、エアバスが保有している航空機開発や製造プロセスで培ったノウハウやデータは、事業として活かされることが少なかった。

これは、IoTで飛行機を監視して、そのノウハウやデータを事業に活用しようというものである。各航空機を開発したエアバスの技術者が、航空機のライフタイムの間、機体を遠隔から見ることができ、運航データや整備データを監視しながら、問題点があればリアルタイムでの修理や部品交換の対応が可能となる。これによって想定外のトラブルを予防し、航空会社はトラブルによる機会ロスを最小限にすることができる。そればかりか、エアバス自身にとっても個々の異常を航空機の開発や製造にフィードバックするなど、機種開発にも活かされる。

Skywiseの発表に際しては、エアバス単独ではなく、ビッグデータの統合と分析を行う米国のパランティア・テクノロジーズとの提携を行っている。両社は、機体の運航記録や整備記録、部品交換の履歴などの情報、もしくは技術文書、パイロットの運航レポートなどを分析し、運航の信頼性や経年機の運航効率の向上を推進している。パランティア・テクノロジーズは、ビッグデータの統合と最先端分野における専門会社であるが、航空産業関連の企業が個々に保有するノウハウやデー

タを解析して、改革をサポートする業界プラットフォームとなることを狙っている。

Skywiseを初期導入した航空会社は、エアアジアとイーージェット、エミレーツ航空、ピーチ・アビエーションである。ピーチ・アビエーションは品質監視の自動化や、航空路の視覚化に活用している。これらの航空会社が参加しているプロジェクトには、特定事項の追跡および解決、ターンアラウンド時間の解析、運航解析、整備事項の予測、運航信頼性解析およびベンチマーク、整備決定支援などがある。さらに近い将来、Skywiseはエアバス・ヘリコプターズ製品や軍用機、その他の製品オペレータにも適用を予定している。

初期のサービスとして、航空の核心となるデジタル・プラットフォームや航空機のコネクティビティに関する新規ソリューションのほか、一部のプラットフォーム・アプリケーションや、Skywiseの初期導入エアラインとの間で進められている整備予測や、フリード信頼性向けツールを含む統合ダッシュボードが提供される。

Skywiseはすべてのユーザーに、航空業界の多様なデータソースから航空データまで合わせてプラットフォームに取り込み、単一のアクセスポイントを提供する。航空会社のデータソースには、作業指示書、スペアパーツ消費、部品データ、運航機体仕様、搭載センサーデータ、フライトスケジュールのデータがある。また、エアバスと従来から共有され、独立したサーバーでのみ運用されている運航中断履歴、部品交換、ポストフライトレポート、パイロットレポート、機体状況監視レポート、完全な機体搭載データ、技術書

類、技術要請、サービスブリティンなどもプラットフォームに統合され、航空会社が利用可能なデータとともに分析を行い、意思決定がされている。

Skywiseが具体的にできることとしては、次の5点がある。

(a) 運航の信頼性や経年機の

運航効率の向上

機体の運航記録や部品交換の履歴などの整備記録、パイロットからのレポート、技術文書などを活用し、運航の信頼性や経年機の運航効率の向上が可能となった。

(b) 整備効率の向上

航空会社が機材の運航や整備を行う際、部品交換などの判断を手助けする情報を提供する。エアバスでは、既に機体製造の分野でSkywiseを活用し、作業効率を改善。航空会社が導入することにより、機材が運航停止する時間の削減や、予防整備による整備コスト削減が可能となった。部品の信頼性については、計画外の取り降ろしを追跡し、最適な部品交換時期を決定できるようになった。

(c) フライトオペレーションや

機材管理の最適化

客室内や地上での運用改善の実現が可能となっている。

(d) レポートの即日作成

ATA（米航空輸送協会）が策定した規格や、航空機ごとに分類されている主要な評価基準を即座に取得することができるようになった。こうしたデータの取得の迅速性によ

り、品質監査作業が自動化され、従来、数日かかっていたレポートの作成が簡単なクリック作業により、迅速にできるようになった。

(e) 効率的運用

航空会社の運航や整備、機体データを、安全でオープンなプラットフォーム上でエアバスのデータなどと統合することで、航空会社はインフラへの追加投資をすることなく、データの蓄積や管理、解析が可能になる。Skywiseでの分析結果は個別ユーザーごとにまとめられ、エアバスや顧客、サプライヤーが利用できるアプリケーションやAPI（アプリケーション・プログラミング・インターフェース）で提供する。このプラットフォームは、顧客が運用している既存のITインフラとシームレスな相互運用性を持たせたという。

また、エアバスの2万人いるエンジニアが有する知見をユーザーが活かせることも、効率的な運用を可能とした。これまではエアバスのエンジニアが機体ごとに運航寿命全般のデータを追跡し、専門性の高いデータを航空会社などへ提供してきたが、Skywiseを活用することで、エアバスが擁する2万人のエンジニアの知見を、航空会社などが活かせるようになるという。これにより、エアバスのエンジニアの豊富な知見をユーザーである航空会社が活用することが可能となった。

(3) エアバスの事例からの示唆

① データを活用したエコシステムの構築

エアバスの顧客である航空会社は、想定外のトラブルが生じると乗客の他便への振り替えや補償で大きな損失を被る。そのため、エ

エアバスのような航空機の製造会社とともに、故障予知、状況監視などを行うことには大きなメリットがある。このように、顧客のメリットを明確にすることで、顧客とともにリカーリングモデルを開発することができる。

航空会社が保有するデータ（作業指示書やスペアパーツ消費、部品データ、運航機体仕様、搭載センサーデータ、フライトスケジュール、運航中断履歴、部品交換、ポストフライトレポート、パイロットレポート、機体状況監視レポート、完全な機体搭載データ、技術書類、技術要請、サービスブリティンなど）が1カ所に集められ、エアバスのエンジニアの知見と掛け合わせることで、航空機の予兆保全とそれに伴う安全運航を実現している。

また、Skywiseを利用することで、顧客である航空会社はエアバスのエンジニア2万人分の蓄積知識を活用できるだけでなく、情報インフラへの追加投資をすることなく、データの蓄積、管理、解析ができる。これはエアバスが同じ型式の航空機でのデータや世界基準データを保有しており、これを統合・解析することで可能となることである。

航空会社は自社の航空機に関する新たな知見を得ることができ、運用効率を高め、事業の付加価値を高められる。分析結果は航空会社ごとにまとめられ、エアバス、顧客、サプライヤーが利用できる形で提供される。データを継続的に提供できる形で、かつデータ解析、顧客のアプリケーションで参照できるように、APIが提供されている。

こうすることにより、サプライヤー、エアバス、航空会社が一連のバリューチェーンとして、データの完全な継続性が確保され、バリューチェーン全体での価値を連携して高め

ることが可能となる。顧客の既存のITインフラと相互運用性を保てるように設計されており、データ共有が容易なため、よりデータの価値が高まる設計となっている。

②自前主義にとらわれない

データプラットフォームの展開

エアバスの航空宇宙に関する豊富な専門知識と、パランティア・テクノロジーズのデータプラットフォームの展開ノウハウを組み合わせることによって、Skywiseはエンドユーザーがそれぞれ自身のデータから新たな見識を得ることができる。さらに、航空会社およびその他航空関係のステークホルダーは、OEMの専門知識と世界の航空会社の機体状況を示すデータへアクセスすることにより、それぞれの運用能力を強化できるという。

具体的な効果としては、飛行停止の削減、予防整備による整備コストの削減、フライトオペレーションの最適化、客室および地上運用の改革、予期せぬ出来事が起きた際の決断力と判断のスピード、大規模保有機とフライトオペレーションデータ活用によるフリート管理の最適化などを想定している。これらは、たとえデータが古い情報システム上に蓄積されていたとしても可能という。

Ⅲ リカーリングモデル構築に向けて

日本の重電業界におけるリカーリングビジネス構築に向けた示唆としては、①サービス事業モデルへの転換、②ベンダー起点から顧客起点でのIoT、③自前主義を脱却したIoTパートナーの探索、がある。

1 | サービス事業モデルへの転換

過去、重電メーカーが展開してきたもので、サービス事業で成功したのは、昇降機、ガスタービンが代表的である。昇降機は法定点検があり、長いライフタイムの中でサービス収益を得ることができる。ガスタービンも同様である。三菱重工の子会社である三菱日立パワーシステムズのガスタービンは1700度という超高温で燃焼するため、高い熱効率がある。このような環境で駆動するパーツは純正部品であることが求められ、ホットパーツと呼ばれるパーツは高い収益を生み出す。LTSA（ロングタームサービスアグリーメント）が締結され、安定的に収益を得られるビジネスだった。そのため、遠隔監視センターなどにこれまでより多額の投資を行い、こうした事業モデルを強化してきた。

しかしながら、重電メーカーが扱っている製品には、サービス事業に移行し切れず、売り切りとなっているものも多い。コンプレッサーなどは工場で重要な役割を担っているが、サービス契約を取り切れていないということも多い。ほかにも大型空調機材など、多くのサービス事業でまだ収益を伸ばせる余地がある。

収益を伸ばすには、サービス事業に対する明確な目標の設定が必要となる。かつては性能のいいハードウェアを設計し、壊れないことが誇りであり、成功体験の礎だったが、これからは保守契約を結ぶことを前提にしなければならない。製品設計の段階でどのようなセンサーを付け、データを取得し、どのようなハードウェア価格、保守価格で提供すれば顧客のライフタイムコストを低減できるのかを考えなければならない。そして、ライフ

タイムコストの視点から製品提案を行い、価格や保守契約によるモニタリングとそれによる操業安定性の向上、最終的な製品の下取価格の向上などにより、ライフタイムコストを低減させていくといった訴求も必要だ。そのためには顧客の人件費、運用コスト、消耗品コストなどを把握しておくなくてはならない。

そうすると、顧客の製品の使い方をよく分析し、それを設計に活かせる人材が必要となる。設計人材へのデザイン思考の教育、製品を設計するのではなく、顧客体験を設計できるような人材の育成を行うことが求められている（表2）。

2 | ベンダー起点から顧客起点でのIoT

IoTは、これまではベンダーにとってメリットが大きかった。遠隔監視は顧客にとって、確かに製品が止まらなかつたり、予兆保全を受けられたりするなどのメリットはあるが、保守を効率化できるというベンダーにとってのメリットの方が大きい。その場合、顧客はオンラインで接続する明確な理由を見いだすことができない。なぜならば、顧客にとってのメリットではなく、ベンダーにとってのメリットだからである。

リカーリングモデルに求められるのは、ユーザーにとっての明確なメリットを提示することである。たとえばエアバスは、Skywiseにより顧客である航空会社にエコシステムを供給し、その保守効率を向上させ、一元化された当局へのレポートを可能にした。シーメンスのSIMATIC Energy Manager PROは、操業コストの削減、エネルギー調達の最適化、公的規制の遵守を保証するという顧客へ

表2 製品事業モデルとサービス事業モデルの考え方の違い

項目	製品事業モデル	サービス事業モデル
製品設計の考え方における改革	壊れない製品を製品設計	設計時からセンサーを付けて、サービス設計しながら製品の設計を行う
提案訴求に対する考え方	製品の高い性能、機能	顧客の運用改善
コストに対する考え方	取得時の価格	ライフタイムコスト
データ収集と分析	設計・開発、生産、営業、サービスはそれぞれ異なるデータとKPIを持つ	事業開発においてサービス事業を伸ばすため、同じKPIを持つ

のメリットを提供している。ベンダー起点のIoTからユーザー起点のIoTに転換するには、顧客の運用効率をいかに引き上げるかという視点を持つことである。そのためには、どうしたら顧客の機器に関する運用が改善し、生産性が高まるのか、コスト効率がよくなるのかという観点から、社内の各部門が同じKPIを持ってサービス事業開発を行う視点が必要になる。

シーメンスが工場でエネルギー調達の最適化、操業コストの削減、規制遵守などの運用効率の向上に寄与したように、顧客の運用や課題を理解できれば、具体的な改善策を立て、リカーリングモデルの設計を行うことができる。

3 | 自前主義を脱却した IoTパートナーの探索

重電メーカーには、ハードウェアの制御エンジニアは多いが、クラウドでシステム開発をして、集められたデータを解析する専門家は少ない。そのため、何を自分たちで行い、

どの部分は他社との補完関係を持つかといった領域を明確に決め、積極的に外部と連携することが必要だ。たとえば、ビジネスモデルの検討などは顧客企業を訪問し、顧客の課題を把握しながら、自社の提供価値、ビジネスモデルの決定を行う。こういったプロセスは自社内で実施することが必要である。

しかしながら、ベンダーからのRFIによる情報収集、システム化計画を立て、RFPを提出し、要件定義を行いシステム構築するといった一連の流れを行うことに不慣れであれば、外部と連携した方が早く進むであろう。このような一連の流れは、IoTを行うためのプラットフォーム構築に不可欠だが、要件定義やシステム構築のプロジェクト管理の経験者が豊富にいないことも多いからである。

また、ハードウェアの開発とは大きく異なるため、まずは他社と手を組み、自社内で成功モデルを構築することが必要だろう。その上で、自社で対応可能な領域を増やしていくのである。

自前主義と高品質で成功体験がある日本の

重電メーカーに求められるのは、そのメインドの変革である。早い段階で成功体験をしておき、事業設計の段階からリカーリングモデルについて考え、製品とサービスを組み合わせることで事業設計することが当たり前になるように語られるようにならないといけない。そのためには何よりも経験者を増やすことが重要だ。

今、日本の重電メーカーの多くに足りないものはアジャイル、つまり速さ・すばしっこさである。それを、他社と組むことで組織文化として身に付け、新たな成長ステージへと駆け上がることが必要になっている。

注

- 1 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)の略。読み方はスキヤダ)は、産業制御システムの一つであり、コンピュータによるシステム監視とプロセス制御を行う。対象プロセスは生産工程やインフラや設備に関するものである
- 2 TÜV (テュフ・ラインランド (独語: TÜV Rheinland))とは、技術、安全、証明サービスに関する世界第7位の認証機関である。1872年に設立され、ドイツのケルンに本部を置く。69カ国に1万9320人を雇用し、17億ユーロ(うち独国外で40%)の収入がある
- 3 開発チームを指す「Development」と、運用チームを指す「Operations」という2つの言葉を掛け合わせた造語。システム開発のライフサイクルを短縮し、ソフトウェア品質の高い継続的デリバリーを実現することを目的としている

参考文献

- 1 https://www.smbc.co.jp/hojin/report/investigationlecture/resources/pdf/3_00_CRSDReport070.pdf
- 2 <https://sustainablejapan.jp/2018/03/17/e-onrwe/31074>

- 3 <https://new.siemens.com/jp/ja/kigyou-jouhou/press/pr-skk-20190507.html>
- 4 <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO55752400Y0A210C2MM0000/>
- 5 <https://new.siemens.com/jp/ja/products/automation/industry-software/automation-software/energymanagement/simatic-energy-suite.html>
- 6 <https://new.siemens.com/jp/ja/products/automation/industry-software/automation-software/energymanagement/simatic-powerrate.html>
- 7 <https://c4b.gss.siemens.com/resources/images/articles/dffa-b10170-00-7600.pdf>
- 8 <https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1903/01/news028.html>
- 9 <https://www.alstom.com/our-solutions/services/digital-services-dependable-support-operators-and-owners-all-newest>
- 10 <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases-archive/yr-2012/121030-the-hour.aspx>
- 11 <https://japan.zdnet.com/article/35081798/>
- 12 <https://japan.zdnet.com/article/35119008/>
- 13 https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/9ef8fb0089283929/20170080.pdf
- 14 <https://www.aviationwire.jp/archives/122474>
- 15 <https://skywise.airbus.com/>
- 16 <https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2020-03-22/Q7KGIWDWX2PT01>
- 17 <http://www.jwing.net/news/13393>
- 18 https://www.nikkei.com/article/DGXLASDZ22HEF_S7A620C1000000/
- 19 <https://www.fujitsu.com/jp/vision/customer-stories/airbus/>
- 20 <https://news.mynavi.jp/article/20170621-a017/>

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

小宮昌人（こみやまさひと）

野村総合研究所（NRI）グローバル製造業コンサル

ティング部主任コンサルタント

専門はプラットフォーム戦略、IoT・FA・インダス

トリー4.0対応、イノベーション創出支援など

近著に『日本型プラットフォームビジネス』