



中小規模製造業の製造分野における  
デジタルトランスフォーメーション(DX)のための事例調査  
報告書

2020年7月20日

独立行政法人 **情報処理推進機構**

## 調査報告書公開にあたり

新型コロナウイルスの感染拡大がサプライチェーンの分断など製造業の企業活動に大きな影響を与えています。また、テレワークなどデジタル化の検討や導入が進む一方で、中小規模企業の製造現場においては、例えば、目視による機器稼働状況の確認や手作業による機器の設定変更などが必要なため、テレワークを実施できないというような課題も浮き彫りになっています。

「ウィズコロナ」時代、工場のデジタル化のみならず、サプライチェーンの中でデジタル化が求められる傾向が強まると思います。そのためには、デジタルを活用した業務の見える化、機械化、自動化が必要となりますが、さらに、「ポストコロナ」時代に向けては、既存の枠組みを変革し新たな価値を生み出す、デジタルトランスフォーメーション(DX)を改めて強く迫られていると感じています。

海外に目を転じますと、ドイツでインダストリー4.0を推進する「プラットフォーム インダストリー4.0」は6月23日に、「新型コロナウイルス感染症とインダストリー4.0」と題するポジションペーパーを発表しました。「新型コロナウイルスの世界的な流行を受けて、企業は生産工程のさらなる柔軟化、バリューチェーン・部品調達の最適化への対応を求められ、それにはデジタル化が決定的な要素となるため、インダストリー4.0の流れはさらに加速する」としています。(JETRO ビジネス短信\*より)

本報告書では、DXの必要性を感じながらも、具体的な取り組みに足踏みをしている中小製造業の皆様へ、その取り組みを一步進めることを目的として、各種文献調査、先行する企業へのヒアリングを通じて、DX視点での実態、推進上の課題を明らかにしました。また、先行事例の分析を通じて、課題解決のための必要条件を示しました。

併せて、OT系DX推進の観点で、経済産業省が2019年7月31日に公開した「DX推進指標」による考察も加えています。

今後は、事例調査報告書から得られた情報を活用し、「製造分野向けDX推進検討WG」にて検討をすすめ、製造分野におけるDXで目指す姿、DX推進ステップ、DX推進指標の利用方法をガイドとして発行する予定です。

本事例報告書が、皆様の取り組みにおいてお役に立てれば幸いです。

2020年7月20日 IPA 社会基盤センター 片岡晃

---

\* <https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/06/5e3df1f8ffaed63d.html>

## 内容

1. 調査概要 .....	1
1.1 調査の背景と目的 .....	1
1.2 調査方法 .....	1
1.3 調査体制 .....	2
1.4 新型コロナウイルス感染拡大との関係 .....	2
2. 文献調査 .....	3
2.1 国内におけるDX推進上の課題 .....	3
2.1.1 マインドセット・企業文化の変革に関する課題 .....	3
2.1.2 データ活用を推進する上での課題 .....	3
2.1.3 企業間連携を推進する上での課題 .....	4
2.1.4 製品・サービス変革を推進する上での課題 .....	4
2.2 海外における製造業のDX取り組み状況 .....	6
2.2.1 ドイツ中小企業の概況と日本との比較 .....	6
2.2.2 米国中小企業の概況 .....	11
3. ヒアリング調査 .....	16
3.1 ヒアリングした企業の取り組み概要 .....	16
3.1.1 株式会社IBUKI .....	16
3.1.2 株式会社ウチダ .....	16
3.1.3 株式会社ウチダ製作所 .....	17
3.1.4 オプテックス株式会社 .....	17
3.1.5 久野金属工業株式会社 .....	18
3.1.6 株式会社木幡計器製作所 .....	18
3.1.7 株式会社高山プレス製作所 .....	18
3.1.8 チトセ工業株式会社 .....	19
3.1.9 株式会社東和電機製作所 .....	19
3.1.10 株式会社南部美人 .....	19
3.1.11 日進工業株式会社 .....	20
3.1.12 株式会社富士製作所 .....	20
3.1.13 株式会社プリケン .....	20
3.1.14 碌々産業株式会社 .....	21
3.1.15 ヒアリングした企業の取り組み状況の分析 .....	22
3.2 DX推進課題への対応例 .....	24
3.2.1 マインドセット、企業文化の変革に関する取り組み .....	24

3.2.2	データ活用を推進する上での取り組み	25
3.2.3	企業間連携を推進する上での取り組み	26
3.2.4	製品・サービスの変革への取り組み	27
3.3	個別事例	29
3.3.1	計器をIoT化して市場を開拓した取り組み(木幡計器製作所)	29
3.3.2	情報の可視化とデジタルデータの蓄積(IBUKI)	33
3.3.3	自社の強みを徹底的に追求しサービスビジネスを構築した取り組み(碌々産業)	38
3.3.4	中小金型メーカーのIoT活用とつながる工場への取り組み(ウチダ製作所)	41
4.	まとめ	47
4.1	DX推進の状況	47
4.2	『DX推進指標 自己診断結果 分析レポート』との関係	47
4.2.1	調査対象の相違点	47
4.2.2	結果の共通点と相違点	48
4.2.3	DX推進指標からみたヒアリング企業の状況	49
4.3	新型コロナウイルス感染防止などの「ニューノーマル(新常態)」への対応	49
4.4	今後の予定	50

## 1. 調査概要

### 1.1 調査の背景と目的

平成 30 年 9 月、経済産業省より『DX レポート～IT システム「2025 年の崖」の克服と DX の本格的な展開～』が発表された。そこには、「2025 年までの間に、複雑化・ブラックボックス化した既存システムについて、廃棄や塩漬けにするもの等を仕分けしながら、必要なものについて刷新しつつ、DX を実現することにより、2030 年実質 GDP130 兆円超の押上げを実現。」と書かれている。また『ものづくり白書(経済産業省)』などには、経済成長は Connected Industries の深化とともに進むことが示されており、産業への高い波及効果をもつ製造業がセンサや IoT、ビッグデータ、AI などのデジタル技術を活用して、DX 実現シナリオの中核を担っていくことが期待されている。

製造業は日本経済の GDP の 2 割弱を占める基幹産業であり、DX を展開する上でも重要な位置付けとなっている。大規模な製造業においては、スマート工場のような DX への取り組みが進む一方、中小製造業では思うような進捗が見られず、DX 推進の課題となっている。

中小規模製造業は大企業の大量生産を支える垂直統合したサプライチェーンの中で、低価格・高品質・短納期という要求に対応してきた。大量生産した同一製品が顧客に受け入れられるという状況は変化してきており、大量生産からスマート工場やスマートマニュファクチャリングの目指すマスカスタマイゼーションを要求される状況になっている。中小規模製造業が生き残り・発展していくためには、下請け構造から脱却して、個々の企業の強みを生かした水平方向の連携構造へ転換し、さらに高付加価値の可能性が高いコンシューマ製品を生み出す中小企業連合のサプライチェーンへ拡張することが求められる。この中小規模製造業のデジタルトランスフォーメーションを実現しなければ、日本の製造業に明るい未来はないと危惧する。

そこで本調査では、中小規模製造業が「製造分野」における DX を推進できるようにする目的で作成する「中小規模製造業の製造分野における DX 推進ガイド(仮称)」に必要となる、中小規模製造業の製造分野における取り組み事例の収集、分析、整理を行った。

なお中小規模製造業の製造分野における DX とは、「経済産業省による DX 定義(DX 推進指標(サマリー)に記載の定義)に基づき、主に中小規模製造業の製造分野で利用されている製造装置や製造工程の監視・制御(OT)の変革による生産性・品質向上、および製品やサービス、ビジネスモデルの変革の活動」と定義した。

### 1.2 調査方法

本調査は文献調査とヒアリング調査からなる。

#### (1) 文献調査

企業における DX の活動を把握するため、国内外の各種書籍、政府刊行物、統計資料、学術論文などのほか、個別企業やメディア、行政機関、教育・研究機関などのウェブサイトを用いた文献調査を実施した。

## (2) ヒアリング調査

国内外の幅広い製造業企業を対象とする文献調査の結果に基づき、特徴的な DX 推進の取り組みを実施している国内企業 14 社を選び、ヒアリング調査による深掘を行った。

### 1.3 調査体制

独立行政法人情報処理推進機構(IPA)の請負先として、一般社団法人組込みイノベーション協議会が業務を担当し、IPA が本資料をまとめた。

### 1.4 新型コロナウイルス感染拡大との関係

本調査は 2020 年 1 月から 3 月上旬までに実施したヒアリング結果をまとめたものであり、新型コロナウイルスの感染拡大における新たな課題や対応については直接言及していない。しかし感染防止の観点で、各企業の取り組み要素には多くの効果的なものがあると考えられる。

## 2. 文献調査

「ものづくり白書(経済産業省)」、「中小企業白書(中小企業庁)」、「デジタル時代のイノベーション戦略<sup>\*1)</sup>」「デジタルファースト・ソサエティ<sup>\*2)</sup>」などの国内外の文献を調査し、課題や取り組みを把握した。国内文献においては主に DX 推進における課題について、海外文献では DX 取り組み状況を中心に調査した。それらの結果を、日本における DX 推進を支援する取り組みの参考となるようにまとめた。

### 2.1 国内における DX 推進上の課題

「ものづくり白書(経済産業省)」などの文献や産学官連携の取り組みから DX 推進に関する課題を抽出し、『DX 推進指標』とそのガイダンス』に示された DX 推進指標を利用して整理を行った。

本節では整理した課題を明示し、その課題を克服するための対応策について「中小企業における具体事例」と「産学官の連携の取り組み」を含めて 3.2 節に示す。

#### 2.1.1 マインドセット・企業文化の変革に関する課題

調査した文献において、生産現場での変更を許容してきた(改善を期待してきた)ため現場が強くトップダウンの DX 推進には心理的障壁が存在するということが様々な文献で言われている。(「2018 年版ものづくり白書(経済産業省)」、「日本におけるデジタルトランスフォーメーションの方向性 第四次産業革命の最新動向と日系製造業の IoT 対応の課題<sup>\*3)</sup>」、「持続可能な未来型製造の在り方<sup>\*4)</sup>」。改革をすすめようとしても、これまで成功してきた仕事のやり方が、マインドセット、企業文化に根付いているため改革が進まないという課題がある。従来品の品質や丁寧さを重視する日本の生産現場の風土がスピードを重視する DX の抵抗勢力になりかねない。ベテラン技術者が整理されていない資料棚から必要な情報を探し出すことに敬意を払うような風土や「わからないことは〇〇さんに聞け」など「属人化した技術」をよしとするマインドセットも DX の取り組みを阻害していると考えられる。本課題は DX 推進指標の枠組み(定性指標)No.4「マインドセット・企業文化」に関するものである。

#### 2.1.2 データ活用を推進する上での課題

新たな取り組みに対し自分の会社にとってのメリットやデメリット、費用対効果がよくわからない、デジタル技術導入の効果がわからない、他社の「導入成功事例」を見るだけでは IoT、AI 投資を判断できないと指摘している(「IoT、AI による中堅・中小企業の競争力強化<sup>\*5)</sup>」、「2020 年版ものづくり白書(経済産業省)」。「2018 年版ものづくり白書(経済産業省)」では、生産プロセスにおいてなんらかのデータ収集を行っている企業は、大企業においては 84.6%であるが、中小企業では 56.8%と見劣りすると指摘している。「2019 年版ものづくり白書(経済産業省)」では収集したデータを顧客とのやり取りやマーケティングを視野に入れている企業はわずかと指摘し、「2020 年版ものづくり白書(経済産業省)」では、「我が国製造業におけるデータ収集・活用の取組はこここのところ足踏み感が見られ、新型コロナウイルスの感染拡大を始めとする不確実性の高まりも相まって、今後

の投資についても停滞することが懸念される」と言及している。その要因としては、データ活用に必要な費用の捻出、データ活用に必要なデジタル人材の不足などさまざまである。例えば、稼働状況の見える化と現場の工夫で稼働率を向上する以外に、製造設備に関するデータ活用の方法がわからない、高度な製造機器を使いこなし、かつ IT がわかる人材は非常に少ない。例えば、故障前の予兆早期発見に対して、試行錯誤をする必要があるがそれができる技術者がいない。本課題はDX推進指標の枠組み(定性指標)No.5「推進・サポート体制」、No.8-1「データ活用」に関するものである。

### 2.1.3 企業間連携を推進する上での課題

調査した文献において、「企業間で工場のデータを共有すると現場のノウハウが盗まれるリスクがあるので、契約で定めた相手以外には、絶対に見えないような仕組みが要る」と指摘している(「CIOF によるデータ取引が生み出す新たな業務モデル<sup>\*6)</sup>」)。また、複雑化した「脅威、攻撃」に対する対応が困難でリスクを低減できないため製造機器を基幹ネットワークに接続できない点や中小企業を「踏み台」に、サプライチェーンの通信ネットワークへの攻撃のリスクがあると言われている(「都産技研「中小企業の IoT 化支援事業公募型共同研究成果」と支援事例紹介<sup>\*7)</sup>」、「中小企業を踏み台に 新攻撃が大企業襲う<sup>\*8)</sup>」、「中小企業におけるサイバーセキュリティの課題と今後の方向性<sup>\*9)</sup>」、「部品供給網、サイバー防衛<sup>\*10)</sup>」)。

上記のように、グローバル競争の激化の中で、中小規模製造業単独では太刀打ちできない状況が発生している。本課題はDX推進指標の枠組み(定性指標)No.7「事業への落とし込み」に関するものであり、特にNo.7-2「バリューチェーンワイド」に関係する。

### 2.1.4 製品・サービス変革を推進する上での課題

新たな取り組みを推進する上での課題として次のような点が指摘されている<sup>\*5)</sup>。「1 つ目は、「技術が難しくよくわからない」、2 つ目は、「自分の会社にどのようなメリットがあるのかよくわからない」、他社の「導入成功事例」を見るだけで、IoT、AI 投資を決断する中小企業の社長は、まずいない」。

「ものづくり白書(経済産業省)」においては、収集したデータを工場の生産性向上に活用している企業は着実に増加している一方で、顧客とのやり取りやマーケティングを視野に入れている企業はわずかと指摘している。このように新たな製品・サービスを生み出す際に、顧客視点で考えることや顧客における製品の使われ方を把握することが重要となるが、デジタル技術を活用した新たな製品・サービスの創出が漠然としているため、どうやって取り組めば良いのかわからないという課題がある。本課題はDX推進指標の枠組み(定性指標)No.8-1「データ活用」に関するものである。



- \*1) 「デジタル時代のイノベーション戦略」(技術評論社 2019/06) 内山 悟志氏 著
- \*2) 「デジタルファースト・ソサエティ」(日刊工業新聞 2019/12/12) 福本 勲氏、鍋野 敬一郎氏、幸坂 知樹氏 編著
- \*3) 「日本におけるデジタルトランスフォーメーションの方向性」(知的資産創造 2017年9月号) 野村総合研究所 清水 敦氏、小宮 昌人氏、近野 泰氏、小林 敬幸氏(2020年7月6日参照)  
<https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/knowledge/publication/chitekishisan/2017/09/cs20170905.pdf>
- \*4) 「今必要な DX、そして 10 年後の製造現場とはー持続可能な未来型製造の在り方ー」 MONOIST 主催 E-SEMINAR ON DEMAND(2020年7月6日参照)  
<https://events.3ds.com/ja/delmia-sustainable-manufacturing-online-seminar-0521>
- \*5) 「IoT、AI による中堅・中小企業の競争力強化」経済産業研究所 RIETI 日本生産性本部 JPC 岩本 晃一氏(2020年7月6日参照)  
[https://unit.aist.go.jp/regcol/sgr/event/images/2019/1\\_jwamoto-2019.pdf](https://unit.aist.go.jp/regcol/sgr/event/images/2019/1_jwamoto-2019.pdf)
- \*6) 「CIOF によるデータ取引が生み出す新たな業務モデル」法政大学 西岡 靖之教授(2020年7月6日参照)  
[https://iv-i.org/wp/wp-content/uploads/2020/05/startup\\_seminar2020\\_07.pdf](https://iv-i.org/wp/wp-content/uploads/2020/05/startup_seminar2020_07.pdf)
- \*7) 「都産技研「中小企業の IoT 化支援事業公募型共同研究成果」と支援事例紹介」(地独)東京都立産業技術研究センター開発本部 プロジェクト事業推進部 IoT 開発セクター 中川 善継氏(2020年7月6日参照)  
[https://unit.aist.go.jp/regcol/sgr/event/images/2019/2\\_nakagawa-2019.pdf](https://unit.aist.go.jp/regcol/sgr/event/images/2019/2_nakagawa-2019.pdf)
- \*8) 「中小企業を踏み台に 新攻撃が大企業襲う」日経コンピュータ 2018年9月27日号
- \*9) 「中小企業におけるサイバーセキュリティの課題と今後の方向性」日立総合計画研究所 日立総研 14(1), 30-35, 2019-05 渡辺 研司氏(2020年7月6日参照)
- \*10) 「部品供給網、サイバー防衛」日本経済新聞 2019.3.6

## 2.2 海外における製造業の DX 取り組み状況

日本の中小規模製造業における DX の取り組み、並びに中小規模製造業に対する DX 推進の政策を策定する上で参考とすることを目的に、海外における製造業、特に中小規模製造業の DX 取り組み状況を調査した結果を示す。

### 2.2.1 ドイツ中小企業の概況と日本との比較

#### (1) 知的財産開発支援

市場やサプライチェーンのグローバル化が進んでいる状況においては、付加価値の低い労働集約型産業は生き残れない。この状況では、特許取得による付加価値の高い生産への移行は有効な解である。ドイツ WIPANO<sup>\*1)</sup>は中小企業を資金面で支援し、中小企業のアイデア権利化を支援する<sup>\*2)</sup>(上限 1.8 万ユーロで、費用の 50%を支援。1457 件)。ZIM<sup>\*3)</sup>は製品完成までの資金を助成<sup>\*4)</sup>している(上限 38 万ユーロ、助成期間の上限なし、知的財産に関する支援は上限 5 万ユーロで 50%支援、48,269 件採択(71,342 件申請))。

近年、特許技術開発と DX とが密接に関連してきており、特許技術開発の推進は DX への取り組みにも影響すると考えられている。

#### (2) 利益率と DX

##### (a) 中小企業の利益率

上記グローバル化の状況下では、高い生産性を維持していく必要がある。図 2.2.1 に示すように、日本とドイツの中小規模製造業の売上高営業利益率の差は利益率 5%を超える企業で顕著であり、ドイツの中小企業の生産性のほうがかなり高いといえる。利益率がある水準以上の企業が DX に取り組める可能性が高いと仮定すると、その企業数はドイツのほうが非常に多いということになる。

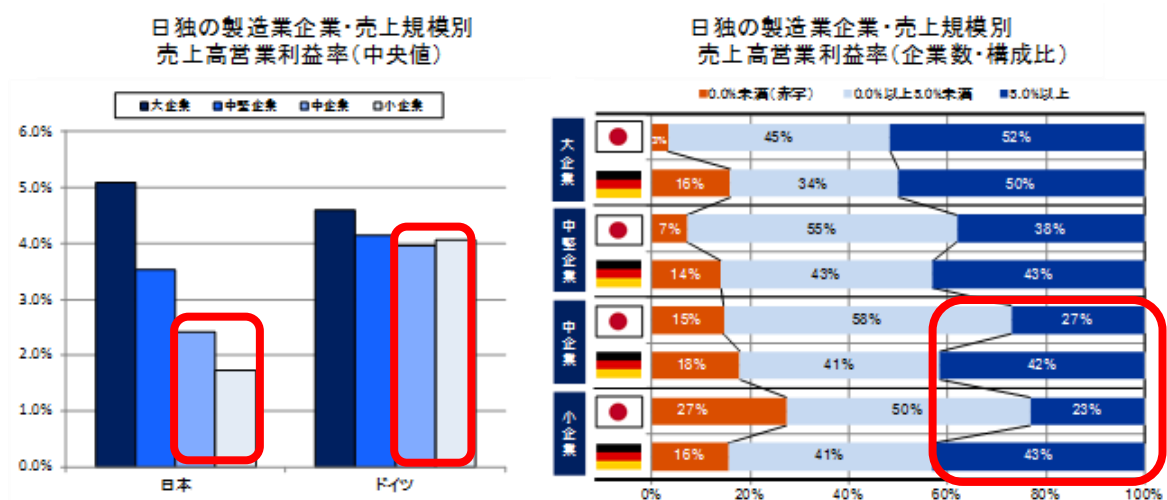


図 2.2.1 日独の製造業企業・売上高営業利益率 [出典:みずほ産業調査 Vol.50<sup>\*4)</sup>]

## (b) ビジネスの独立性

ドイツ企業は日本ほど垂直統合的な産業構造ではない。中小企業の多くは大企業と比較的対等な取引関係を維持している。複数企業を顧客として抱え、自社で独自技術開発を行う志向が強い<sup>\*5)</sup>。そのような中小企業は日本の大企業系列下の中小企業と比べると、大企業から受けるビジネス上の制約が小さく、独自のビジネスを展開して利益を追求できる。これは、ドイツの中小企業の生産性が高い理由の1つであると考ええる。

## (c) グローバル化によるビジネス機会の拡大

図 2.2.2 に示すように、ドイツの中小企業は日本に比べ、外国市場に進出している割合が非常に高い。しかも近年は EU 域内ではなく、BRICS への輸出が増加している。ドイツ中小企業は今のところグローバル化に適応しつつあり、企業にとってより適切な価格でビジネスを行える範囲が広がっている。このことも中小企業の生産性が高い理由であると考ええる。

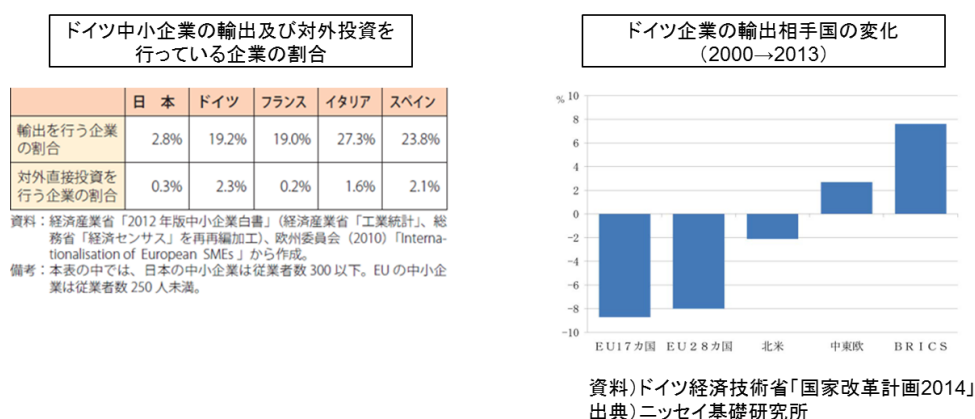


図 2.2.2 ドイツ企業の輸出相手国 [出典:RIETI Policy Discussion Paper Series 15-P-002]

## (3) 人材育成支援

このようなビジネスモデルの展開には、設計開発と販売網の構築ができる人材やノウハウ、あるいは設備が必要だが、経営資源が限られる中小企業ではすべてを備えるのは難しい。それにもかかわらずドイツの中小企業が人材を確保できている主な理由として、デュアルシステムの存在がある。デュアルシステムとは、義務教育を修了した若者を対象として地域企業で職業訓練を行う教育制度である<sup>\*4)</sup>。

## (4) 公的研究機関による支援

### (a) ドイツの公的研究機関

研究開発やマーケティングなどについては、国をあげて推進している Industrie 4.0 の考え方を中小企業に浸透させていくのは難しい。そこでフラウンホーファー研究機構をはじめとする公的研究機関などがそれをサポートする役割を担っている。

(b) Industrie 4.0 の展開

図 2.2.3 に示すように、フラウンホーファー研究機構は Industrie 4.0 の考え方を実現する共通プラットフォーム(BaSys 4.0 : Basissystem Industrie 4.0)の開発と公開<sup>\*5)</sup>を行い、中小企業での利用を支援している。

このプラットフォームの究極の目標は、デジタルツインの導入により製造過程をリアルタイムで管理、製造物 1 個単位での部品や資材の変更、不良製品検出時における短時間での原因特定などを可能とし、以下を実現することである。

ドイツの公的研究機関・技術移転機関概要

	ドイツ					日本
	フラウンホーファー研究機構	マックス・プランク協会	ヘルムホルツ協会	ライプニッツ学術連合	シュタインバイス財団	産業技術総合研究所
主な役割	応用研究 コンサルティング	基礎科学研究	大型研究施設を使用した研究	社会・人文科学を含む 広範な分野をカバー	コンサルティング 受託開発、国際技術移 転、研修、技術・市場評 価	産業技術に関わる研究
研究分野	健康、安全、コミュニ ケーション、運輸交通、 エネルギー、環境	自然科学 生命科学 人文科学 社会科学	エネルギー、地球環境、 健康、キーテクノロジー、 材料構造、運輸・宇宙 開発	人文科学、社会科学、 経済学、空間科学、生 命科学、数学、自然科 学、工学、環境学など	—	エネルギー・環境、生命 工学、情報・人間工学、 材料・化学、エレクトロニ クス・製造、地質調査、 計量標準
研究所数	67カ所	83カ所	18カ所	86カ所	1,006カ所(※拠点数)	10カ所
スタッフ数	約23,000人 (うち科学者・技術者・事務 員:約18,000人、 学生:約6,400人)	約17,000人 (うち研究者約5,500人、 技術・ITスタッフ:約3,800人、 事務:約4,300人、 博士課程:約1,300人、 学生・助手:約1,500人)	約37,000人 (うち研究者:約15,000人、 博士課程:約7,000人、 事務:約10,000人)	約17,500人	約6,200人	約2,900人 (うち研究者:約2,300人)
予算総額	約20億€	約16億€	約40億€	約15億€	約14億€(※収入)	940億円

図 2.2.3 ドイツの公的研究機関・技術移転機関概要 [出典:みずほ産業調査 Vol.50<sup>\*4)</sup>]

- (i) 1 つの生産ラインで複数種類の製品を製造可能とし、従来と比べて製造時間を延ばさず、かつ生産コストを上げない制約下で、製造製品 1 個単位での顧客カスタマイズを実現する。
- (ii) 一部の部品の供給が停止しても、別の部品を使用して製造を継続可能とする。
- (iii) 不良部品や製造不良を早期に検出し、製造ラインの停止、再開をリアルタイムで実施できるようにすることで、それらの影響を極力小さく抑える。

このプラットフォームの導入により、中小企業のビジネスの継続・拡大を目指している。

上記プラットフォームの重要な機能であるデジタルツインの実現は難易度が高く、BaSys 4.0 の 2020 年 3 月時点の公開版では、中小企業において実際に導入可能なレベルに達していない。導入可能とするためには、ビジネス環境や製造物の特徴、地域、ターゲット市場といった、条件により必要となる要件を満たす機能を実装する必要がある。そのための国の新たなプロジェクト(BaSys 4.2)が 2020 年から始動し、ドイツ全土に展開している研究施設が各地域と連携を取りながら活動している<sup>\*6)</sup>。

#### (c) 情報セキュリティ強化

Industrie 4.0 では、企業の生産活動効率化のために企業間の情報共有の推進に必要となる要件・機能も示している。日本と同様、ドイツでも中小企業では独自ノウハウにつながる情報はビジネスに直結するため、情報共有が進みにくい状況にある。Industrie 4.0 では、セキュリティガイドラインを公開し<sup>\*7)</sup>、その中で情報セキュリティに関する指針も示している。しかしその内容を中小企業が解釈して実践していくことはやはり難しい。そこで産業分野別に技術情報のセキュリティを実現する、より具体的な対策を示していくために国家プロジェクトとして IUNO(National Reference Project IT Security in Industrie 4.0)<sup>\*8)</sup>が始動している。

#### (d) 標準仕様の実装支援

上記のように、ドイツ研究機関の活動の特徴としてあげられるのは、標準仕様を作成しそれを実現する技術を開発した後にオープンにし、だれでも利用できるようにしていることである。また必要に応じて、各地域の中小企業と協同で技術開発を行っているのも特徴である。日本では、国の研究機関は仕様の標準化提案までは行っている。しかし実際の技術開発は各コンソーシアムや企業に任せており、標準仕様の考え方を中小企業にまで浸透させるためには、支援が不十分な状況である。

\*1) WIPANO (Wissens- und Technologietransfer durch Patente und Normen)

特許及び規格による知識と技術の移転:ドイツの中堅企業の知財保護及び特許申請を支援するプログラム

\*2) ドイツは、特許出願や特許訴訟も他の欧州の国に比べて多い。

出典:「特許庁行政年次報告書 2019 年版 第3部」(特許庁)(2020年7月6日参照)

<https://www.jpo.go.jp/resources/report/nenji/2019/document/index/honpen0300.pdf>

\*3) ZIM (Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand)

中堅企業主要革新プログラム:ドイツの革新的な中堅企業を財政支援するプログラム

\*4) 出典:みずほ産業調査 Vol.50 (みずほ銀行) (2020年7月6日参照)

<https://www.mizuhobank.co.jp/corporate/bizinfo/industry/sangyou/m1050.html>

[https://www.mizuhobank.co.jp/corporate/bizinfo/industry/sangyou/pdf/1050\\_03\\_04.pdf](https://www.mizuhobank.co.jp/corporate/bizinfo/industry/sangyou/pdf/1050_03_04.pdf)

\*5) BaSys 4.0 の公開

BaSys 4.0の開発・公開は、フラウンホーファー研究機構のIESEが中心となって行っており、Eclipseで公開されている。

出典:ECLIPSE FOUNDATION (2020年7月6日参照)

<https://projects.eclipse.org/proposals/eclipse-basyx>

\*6) BaSys 4.2 の取り組み

出典:BaSys 4.2 - The successful Industrie 4.0 project enters the next round (Fraunhofer IESE) (2020年7月6日参照)

[https://www.iese.fraunhofer.de/en/innovation\\_trends/industrie40/basys42.html](https://www.iese.fraunhofer.de/en/innovation_trends/industrie40/basys42.html)

\*7) 出典:Industrie 4.0 Security Guidelines (VDMA) (2020年7月6日参照)

<https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/vdma-guideline-industrie-40-security.html>

\*8) 出典:IUNO - National Reference Project for IT Security in Industrie 4.0 (Fraunhofer IESE) (2020年7月6日参照)

[https://www.iese.fraunhofer.de/en/innovation\\_trends/industrie40/iuno.html](https://www.iese.fraunhofer.de/en/innovation_trends/industrie40/iuno.html)

詳細な情報はドイツ語でのみ公開。

## 2.2.2 米国中小企業の概況

次に米国の状況について、イノベーションの観点から説明する。

### (1) 米国が目指していることと新しい製造業のビジネスモデル<sup>\*1)</sup>

米国が目指しているのは、「米国がデジタル化(CPS:サイバーフィジカルシステム)と OI:オープン・イノベーションで世界をリードすること」である。これはドイツが掲げる Industrie 4.0 に似ているが、製造業だけを対象としているのではない。ヘルスケアや運輸、エネルギー、インフラ、資源開発など幅広い産業を対象としている。

米国ではこれらの取り組みを政府主導ではなく、GE やシスコ、インテルなど企業連合(IIC)を組んで進めている。例えば、エンジンや車両など、機械(マシン)にセンサを搭載してネットワーク化することにより、マシンのデータを収集分析して効率化するとともに無駄を減らし、コンピュータ側でマシンを制御、遠隔操作による自動化、省人化を実現しようとしている。IIC は 2014 年 3 月に GE とインテル、シスコ、AT&T、IBM の 5 社が創設し、その後 200 社超に拡大している。

中でも GE は事業ポートフォリオを大きく組み替えて、巨額の資金と独自のコアコンピタンスをもつ製造業の強みをベースに米国が圧倒的な強みをもつ ICT 技術を融合した、新しい製造業のビジネスモデル構築を実現しつつある。それが、オープンなプラットフォーム「Predix」である。Predix はデジタルツインと呼ばれている、製造業に置く機器の稼働状況を映すコンピュータモデルをクラウド上で活用する仕組みである。発電設備や航空機のエンジンなど、自社産業向けに特化したプラットフォームの開発を進める中で、データをクラウド上で管理することによりデータ活用の幅が広がり、自社製品だけでなく産業全般に使えるクラウドプラットフォームとしてオープン化したのが最初である。

Predix のようなプラットフォームの活用により、新しいグローバル分業が見えてきた。従来の製造業は、先進国が高付加価値部品を作り、新興国がコモディティ化した部品を作るというビジネス分業になっていた。(図 2.2.4)。新しいグローバル分業の姿は、プラットフォームがプラットフォームに参加するアーキテクチャを公開・指定し、全部品をコモディティ化(結果的に最終製品もコモディティ化)するという構図である。ものづくりは全部新興国に任せて、もの自体には価値(価格)を乗せない代わりに、振興国企業がもの売りであげる利益から少しずつマージンを集めるというビジネスモデルである。(図 2.2.4)

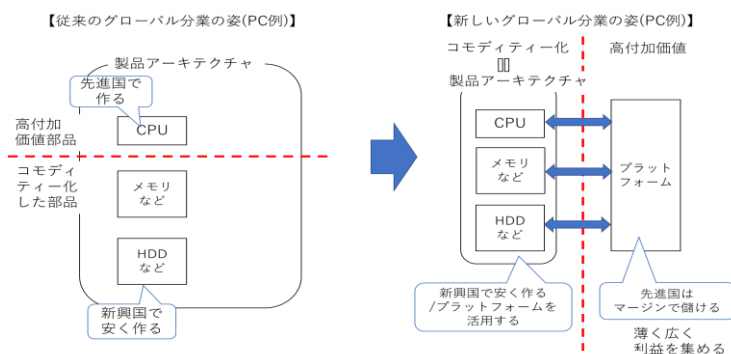


図 2.2.4 グローバル分業のイメージ

新しいグローバル分業では、コモディティー化した部品をいかに安価で製造するかの勝負がさらに激化する。コモディティー化した部品を作る多くの企業は中小規模の企業であり、米国ではこのような企業に対して次のような各種支援が行われている。

## (2) 中小企業への支援

実際、こうした活動は資金や人材が豊富な大企業を中心に行われている。中小企業や零細企業においては、連邦政府や州政府による経済振興施策の支援を受け、独自でデジタル化を進めている。

米国での中小企業政策は市場経済を重視しつつ、自由競争を支える活力ある多数としての中小企業という観点から、保証を中心とする政策金融や予算・税制(軽減税率、投資減税等)、創業支援、研究開発等支援(SBIR)、地域における指導事業(SBDC)、政府調達、規制緩和による負担の軽減などが実施されている。また各州レベルでも創業支援等が実施されている。

「平成 10 年版 中小企業白書(中小企業庁)」<sup>\*2)</sup>によると、指導研修は米国において重視されている。また米国中小企業庁は下部組織である中小企業育成センター(SBDC)を通じて、中小企業に対する経営・実務面での指導・助言への助成を行っており、創業支援も重視している。

SBDC の特徴は以下の通りである。

- ・ 州ごとなどに設けられたリードセンターの下に、数多くのサブセンターが設置されている
- ・ リードセンターは地域の大学構内に設置されるのが典型的であり、通常ビジネス経験のある者が運営を担当している
- ・ 連邦政府が事業費を補助し、残りは州政府や大学、商工会議所などの地元スポンサーが拠出している
- ・ 各地域の実施主体は公募制となっており、人材や地元の支援など実施能力の高い主体が選定されている
- ・ 民間のボランティアも盛んであり、退職経営者サービス団(SCORE)がコンサルタント活動を行っている。SBDC のコンサルタントにもボランティアが非常に多く活用されている

一方、中小企業でも DX 推進の重要性を認識し、上記の経済支援を受けながらデジタル化の取り組みを行っているが、大きな技術的課題が残されている。ビジネスに強いデジタル戦略を立てるためには、バリューチェーン全体からデータを融合することが必要となる。この融合には、ビジネスの IT システムや購買システム、販売、および機械の間のデータ互換性が必要となる。また顧客と供給業者の間にもデータ互換性が必要である。様々な業者が異なる期間に構築したシステムが混在する中小企業にとっては大きな課題となる。



### (3) 米国のイノベーションに対する視点

本節冒頭でも記したとおり、米国では製造業だけでなく、幅広い産業を対象としてデジタル化を進めている。図 2.2.5 は生活を変える新しいサービスに対する各国の興味度ランキングを表しており、米国は日本に比べ AR(拡張現実)や VR(仮想現実)への興味が高いことがわかる。

図 1：生活を変える55の新しいサービスに対する各国の興味度ランキング トップ10

日本 (東京) (n=928)			米国 (LA) (n=900)		
順位	サービス	(%)	順位	サービス	(%)
1	無人店舗	42.1	1	情報表示される鏡	43.2
2	VR×医師の診断	35.2	1	AR対応機器を使った救急対応サービス	43.2
3	映画系小型ステック	27.9	3	VR×医師の診断	42.8
4	音声スピーカー×音楽	27.4	4	VR×専門教育	42.7
5	VR×音楽	24.8	5	小型のプロジェクター	41.9
6	人工知能スタイリスト	23.9	6	快眠ベッド	41.2
7	ドローンによる高齢者・子供の見守り	23.6	7	VR×教育コンテンツ	40.9
8	センサー付き体重計	23.4	8	音声スピーカー×ニュース	40.4
9	快眠ベッド	22.7	9	小型ボタンで日用品が届く	40.2
10	VR×高度な手術	22.5	10	鏡の前に立つだけで健康管理	39.8

タイ (バンコク) (n=900)			中国 (上海) (n=900)		
順位	サービス	(%)	順位	サービス	(%)
1	定期的に化粧品や香水を配達	51.8	1	VR×高度な手術	51.6
2	音声スピーカー×ニュース	48.6	2	支出動向を予測し自動的に口座移動	49.3
3	運転中も音声で車載エンタメ操作可能	48.1	3	ドローンによる高齢者・子供の見守り	49.2
4	支出動向を予測し自動的に口座移動	48.0	4	小型のプロジェクター	47.8
5	小型ボタンで日用品が届く	47.6	5	音声スピーカー×ニュース	46.2
6	食材を自動発注するオープンレンジ	47.0	6	AR対応機器を使った救急対応サービス	46.0
7	AR対応機器を使った救急対応サービス	46.6	7	小型ボタンで日用品が届く	45.4
8	音声操作の照明・空調機器	46.1	8	VR×専門教育	45.2
8	定期的に食材とレシピを配達	46.1	9	定期的に食材とレシピを配達	44.6
10	事前予約でレジに並ばない店舗	45.8	10	ドローンで24時間配達	44.4
10	小型のプロジェクター	45.8			

図 2.2.5 生活を変える 55 の新しいサービスに対する各国の興味度ランキング

[出典: メディアイノベーション調査 2018(博報堂 DY メディアパートナーズ)\*3]

実際、2019年6月10日～13日の4日間、米国マサチューセッツ州ボストンにおいて、米PTC主催のDX取り組み事例を多数紹介する「LiveWorx2019」\*4)でもARやVRの取り組みが多く紹介された。その中でも、特にARを「製造現場が抱える熟練者の技術伝承の課題を解決するソリューション」と位置付け、「製造業には必須となる技術」と主催幹部がアピールをしている。

#### (4) 事例紹介

実際に AR システムを自社製造に活用している事例を紹介する。

##### 【事例:AR 活用による作業効率化と品質向上の実現】

会社名 : 富士通ネットワークコミュニケーションズ(テキサス州:従業員数 約 900 名)  
作業内容 : 通信機器の設定作業(接続コネクタの取り付けおよび通信ケーブルの配線作業)  
問題点 : 顧客オーダー毎に取り付け部品と配線の仕様が異なるため、1点1点部品のラベルと作業指示書の部品番号を目視で照合し、さらに図面を目視確認して配線作業を行っており、人の判断を必要とする作業となっており、非常に作業効率が悪かった。  
課題 : 図面、部品ラベルや仕様の目視確認による人の判断を必要とせず、かつ間違いなく作業できるようにすること

取り組み内容 :

- ① 顧客のオーダー情報と生産計画から、取り付け部品および配線の仕様を取得
  - ② 作業者がバーコードスキャナで部品を読み取ると、AR で取り付け位置を表示
  - ③ 部品の取り付け後、配線ルートを同じく AR で表示
- 作業者がゴーグルをかけ、そのゴーグルに取り付け位置などを表示(図 2.2.6)

デジタル技術 :

- ① AR による作業指示で、人の判断を要する作業を単純化
- ② AR ゴーグルの活用で、ハンズフリー化と指示書のロケーションフリー化
- ③ 作業進捗や作業完了音にゲーミフィケーション手法を取り入れ、快適性の向上

定量的効果 :

- ① 作業効率化の実現(19%の向上)
- ② 作業者トレーニング時間の短縮(3 日⇒1 時間)

定性的効果 :

- ① 人的作業ミスの撲滅による品質の向上
- ② 高い技術力による製品製造力を顧客・市場へアピール  
⇒実際に顧客からの受注増につながった



図 2.2.6 AR の活用事例

\*1) 米国が目指していること

出典: Business Leaders Square wisdom (NEC)

<https://wisdom.nec.com/ja/technology/2016012901/index.html>

\*2) 出典: 中小企業庁 中小企業白書 平成 10 年版

第 3 部 第 2 章 欧米の中小企業と中小企業政策

<https://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/H10/03-02-01.html>

\*3) メディアイノベーション調査 2018

出典: (株)博報堂 DY メディアパートナーズ メディア環境研究所

<https://mekanken.com/contents/856/>

\*4) LiveWorx2019

出典: DB Online (EnterpriseZine 翔泳社)

<https://enterprisezine.jp/article/detail/12164>

### 3. ヒアリング調査

#### 3.1 ヒアリングした企業の取り組み概要

ここでは、ヒアリングした企業 14 社の取り組みの概要を紹介する。

番号	企業名	事業所	従業員数	企業 URL
事例 1	株式会社 IBUKI	山形県	約 60 名	<a href="http://ibki-inc.com/">http://ibki-inc.com/</a>
事例 2	株式会社ウチダ	宮城県	約 100 名	<a href="http://uchida-sendai.co.jp/">http://uchida-sendai.co.jp/</a>
事例 3	株式会社ウチダ製作所	愛知県	約 20 名	<a href="http://www.uchida-mc.co.jp/">http://www.uchida-mc.co.jp/</a>
事例 4	オブテックス株式会社	滋賀県	約 600 名	<a href="https://www.optex.co.jp/">https://www.optex.co.jp/</a>
事例 5	久野金属工業株式会社	愛知県	約 300 名	<a href="https://www.kunokin.com/">https://www.kunokin.com/</a>
事例 6	株式会社木幡計器製作所	大阪府	18 名	<a href="https://kobata.co.jp/">https://kobata.co.jp/</a>
事例 7	株式会社高山プレス製作所	福岡県	65 名	<a href="http://takayama-press.co.jp/">http://takayama-press.co.jp/</a>
事例 8	チトセ工業株式会社	大阪府	約 50 名	<a href="https://www.chitose-kk.co.jp/">https://www.chitose-kk.co.jp/</a>
事例 9	株式会社東和電機製作所	北海道	53 名	<a href="http://www.towa-denki.co.jp/">http://www.towa-denki.co.jp/</a>
事例 10	株式会社南部美人	岩手県	25 名	<a href="https://www.nanbubijin.co.jp/">https://www.nanbubijin.co.jp/</a>
事例 11	日進工業株式会社	愛知県	約 350 名	<a href="https://www.enissin.com/">https://www.enissin.com/</a>
事例 12	株式会社富士製作所	東京都	15 名	<a href="https://www.kk-fujiseisakusyo.co.jp/">https://www.kk-fujiseisakusyo.co.jp/</a>
事例 13	株式会社プリケン	埼玉県	約 100 名	<a href="http://www.priken.co.jp/">http://www.priken.co.jp/</a>
事例 14	碌々産業株式会社	静岡県	約 160 名	<a href="http://www.roku-roku.co.jp/">http://www.roku-roku.co.jp/</a>

##### 3.1.1 株式会社 IBUKI

同社は O2 グループの支援を受け、社名を IBUKI に変更して以来、従来の金型の下請けから提案型の仕事に変わった。この提案型というのは、作業プロセスや労務管理などのエンジニアリングサービスを外販するものである。従来からの強みである加飾（鏡面仕上げやヘアライン仕上げなど）加工の仕事以外をすべて変える気持ちで、エンジニアリングサービスやシステムの開発を行った。システムは工場全体の情報の一括管理を目指し、IT 系と OT 系の情報を一体化する設計思想を体現した好例がデジタルによるペーパーレスである。伝票を電子化することで紙をなくすということから「伝電無紙（でんでんむし）<sup>(\*)</sup>」と名付けた。このシステムの運用を開始し、外販も行っている。取り組みの詳細は、3.3.2 節に示す。

<sup>(\*)</sup> 商標登録申請中

##### 3.1.2 株式会社ウチダ

同社は塑性加工や自動車部品のプレス加工メーカーで品質に強みがあったが、新規案件の受注拡大にはプレス加工コスト抑制が課題となっていたため、製造現場の改善・改革を進めようとしていた。転機は 2018 年に東北経済産業局の紹介によって IoT 分野のソリューション提供事業を行って

いるアイオーティードットランと連携したことである。改善・改革は実データに基づいて合理的に行う必要があると考えていたので、IoT に強い同社が製品化したデータ収集センサ“Tibbo-Pi”をウチダの塑性加工機器に取り付け、光や接点信号、電流・電圧、マットセンサーのデータ収集・蓄積を開始した。現在は収集・蓄積したデータをどう分析していくかを検討している段階で、最終的には機械故障予知を狙っている。取り組みの進展とともに社員の意識が変わり積極的にアイデアを出すようになってきた点を取り組みの効果として実感している。

### 3.1.3 株式会社ウチダ製作所

同社は 1980 年 5 月にプレス加工メーカーとして創業し、大手自動車メーカー向けにプレス加工部品の製造販売を行っている。主力製品は自動車の窓枠を支える金属部品“ディビジョンバー・ブラケット”で、年間生産量は 3000 万個に達する。

強みは、金型設計製造から順送プレス加工、自動タッピング加工まで一貫して受注できることであるが、複数の自動車がモデルチェンジする繁忙期は、人材不足により社内で金型を全て作りきれないため、金型製造を外部委託している。金型市場の全国シェア 1 位、2 位を占める愛知県、静岡県では、汎用の金型は供給が追い付いているが 300t クラスの高難易度プレス金型は供給が追いつかず単価が上がっている状況であった。また高難易度プレス金型は、設計を専門にする企業、設計データに基づいて製造を行う中小の企業はあったが、設計から製造、仕上げまで行える企業は、高価な設計製造設備を揃えられる大手・中堅金型メーカーに限られている。このような課題に対応するため、地域の金型メーカーと連携して企業連合をつくり、大手・中堅金型メーカーの市場であった高難易度プレス金型の製作事業に乗り出している。企業連合の利点は、設計から仕上げまでの全体で最適化を図り設備の稼働率を上げられることにある。同社を中心とする企業連合は、IoT や AI などのデジタル技術を活用して「つながる工場」を実現しているため、地場の金型メーカーだけでなく九州や埼玉の地理的に離れた金型メーカーからも提携協力を取り付けている。国内の製造業界が目指す Connected Industries への取り組み事例として参考にしたい。取り組みの詳細は、3.3.4 節に示す。

### 3.1.4 オプテックス株式会社

同社は 1979 年に設立し、特定の分野や用途に最適なセンサを開発・販売する東証一部上場企業で、80 か国以上に販売網を展開しグループ売上高の約 7 割を海外が占める。屋外用侵入検知センサ・自動ドア用センサでは世界トップクラスのマーケットシェアを有し、2014 年には経済産業省の「グローバルニッチトップ企業 100 選」に選定されている。

同社は多品種の中量・少量生産技術やセンシングが難しい環境下でも測定可能な技術力を強みに、用途を絞ることでニッチ分野を見つけ出すことに成功している。そこへ同社の競争力が生かせるビジネスを展開し、トップ獲得を目指す戦略をとっている。また、IoS(Internet of Sensing solution)というコンセプトを掲げ、センサからの出力データをネットワークに接続することで今までと違う用途への拡張や付加価値の提供に繋がると考え、モノからサービスへの事業領域拡大を図っ

ている。IoS は、センサ活用の場を新たに提案する販売機会の増加や、従来の事業領域とは異なる分野の企業との協業も増えてきている現状において、市場の裾野拡大にもつながっている。

また同社は従来から多品種で多くの分野を相手にしていた企業体で、各社・各部門でそれぞれ個別に最適化された業務プロセスであった。2017 年に、オプテックスグループ株式会社を頂点とする持株会社体制に移行し、「GLOBE」というプロジェクト名で、グループ全体の業務プロセスを全体最適へと変革する取り組みを進めている。

### 3.1.5 久野金属工業株式会社

同社は自動化できるところは徹底的に自動化するという方針で、10 年前から工場の自動化を推進している。また、データをクラウド上に配置し、社外からも自由にアクセスできるようにしたことで、外部からも営業や運用監視に使えるようにした。昔から CAD/CAM で設計を行い IT の文化があった同社だが、当初は IT 化への反発もあった。しかし IT を使わないと困る状況を意図的に作り出し、やや強制的に IT 化を推進した。この中で、攻めの IT 化として「IoT GO(製造業向け IoT クラウドサービス)」を開発した。自社内の使用はもとより、外販も行っている。工場では IoT GO の運用により、プレス機の稼働状況が大型のモニタで社員のだれでも一目で確認でき、情報を共有できるようになった。このことがプレス機の稼働率を向上させたのであった。

### 3.1.6 株式会社木幡計器製作所

1909 年創業の同社は、圧力計などの計測・制御機器老舗メーカーとして、船舶向け計器などを強みに安定した経営を続けているが、現社長の就任後は、圧力計の IoT 化による保全業務の自動化に取り組むなど、顧客の視点で将来を見据えた新規事業の開拓を進めている。他にも、呼吸器疾患リハビリ用の医療用測定機器を開発して医療機器事業に進出したり、スタートアップ支援施設を開設するなど、多角的に DX に向けた成長戦略を進めている。取り組みの詳細は、3.3.1 節に示す。

### 3.1.7 株式会社高山プレス製作所

同社は自動車の電装部品のプレス用小型金型やその金型によるプレス加工をしている。プレス加工後の作業として、排出、洗浄、整列の作業がある。それらを手動で行っているため、コストが掛かっている。製品は 1 回のストロークで 20 ステージ程度になる複雑な形状をしているものがあり、また素材が銅などの柔らかいものが多い。このため金属くずで製品を傷めることや製品の自重だけで変形することもあり、プレス加工後の不良品(変形や傷)の割合が 20%にもなっていた。そこでプレス加工後の自動整列システムを国の補助金を使い試作開発をした。これにより「攻めの IT 経営中小企業百選」にも採択された。しかし開発担当者の退職と引継ぎ内容の高度さ等の理由により、対象以外の部品への横展開ができず、現在は運用を止めている。今後はこれらの施策を考慮して DX 推進をしていく。

### 3.1.8 チトセ工業株式会社

同社は、精密金属部品のプレス加工と複数の金属を完全結合するろう付け技術が強みに、主に家電メーカーの下請け企業として業績を伸ばしてきたが、農業系研究所との産学連携事業で無線センサー機器の製作を請け負ったことをきっかけに、自社製品の開発に取り組んだ。2013年には温度・湿度・照度を測定して無線で送信するIoT機器 Logbee を開発、2018年には大阪府の支援を受けて、通信距離を10kmまで可能とする Logbee Haruca を開発した。Logbee は自社生産ラインでも活用しており、データをサーバに蓄積・加工し、工場内の大型モニタにトレイサビリティやショット数のグラフを表示し、製造現場の見える化を図っている。

同社が上記取り組みに成功した背景には、身近な課題として、本業のプレス加工に使用する材料の湿度管理があった。これを解決するための Logbee 開発があり、一方で、Logbee を自社ブランド製品事業の主軸にしようとする強い思いがあった。類似製品との差別化を図るため防水性能に優れた製品を作り農業をターゲットにしていたが、思いもよらぬ建設業界の目に留まったことがきっかけで、個人農家や工場、食品管理現場にも設置されるようになり自社ブランド製品の事業化が成功した。

### 3.1.9 株式会社東和電機製作所

同社は1963年に設立し、手回しイカ釣り機を開発。その後、イカ釣り現場を知る多くの漁師から聞いた経験と勘の話を分析してソフトウェアプログラムの形にし、1984年に世界初のコンピュータ式イカ釣り機を開発した。市場シェアは世界の70%を占めている。漁師に特徴やニーズをヒアリングして製品開発・製造を行い、ユーザエクスペリエンスに立脚した研究開発型企業である。海洋上の厳しい環境に対応した耐久性を重視したことが顧客価値に合致し高い評価を受けている。同社の顧客視点に立った真摯な取り組みが、他社の追随を許さずグローバル企業として認知された大きな要因になっている。

### 3.1.10 株式会社南部美人

酒造り業界の最大の課題は技術者の確保と言われるが、酒造りの技術伝承は長い期間を要するだけでなく、職人の勘や経験による工程を教える人材が限定されることも課題と言われている。1902年創業の酒蔵を引き継いだ5代目社長は、酒造りの工程で「AIの力を借りられないか」と考え、人間の目を多く使う「酒米の浸漬・吸水」の工程にディープラーニングを活用した。その結果、AIの目が職人に気付きを与えてくれただけでなく職人の意識を変えた。職人それぞれの視野が広がり、主体的に問題意識を持って取り組む流れが加速した。「AIが全てを作った酒など自分は呑みたくないが、AI技術に取り組んでいる職人が作った酒は興味があるし是非呑んでみたい」と思わせる、酒造りの世界では未だ発展途上のAI技術に、酒造りの可能性を見出した。

### 3.1.11 日進工業株式会社

同社は自動車向けの小型・高精度樹脂部品メーカーで、特にエンジニアリングプラスチック部品の成形を強みとしている。

2005年に就任した現社長が海外ベンダとの交流を進めて行くなかで、日本のものづくりに危機感を覚えスマートファクトリー化の必要性を強く感じるようになった。現社長はソフトウェア開発企業の社長経験もあり、社長主導のもとで、製造ラインの稼働状態を一括でかつリアルタイムに把握できるMCM Systemを開発し、各設備から稼働データを収集できるようにした。その結果、生産性が低いラインが洗い出され、原因を分析して対策することにより、稼働率を50%から90%まで引き上げた。

稼働状況の見える化は適正な受注判断にもつながり、2005年から2017年の間で売上は35億円から83億円に増加(約2.4倍)した。その間に増加した成形機台数は、135台から148台(10%)に過ぎない。

### 3.1.12 株式会社富士製作所

同社は1962年5月に設立した射出成型によるプラスチック製品製造の企業で、IoTネットワークを活用した最新射出成型機システムの導入、機器の設定の最適化や品質管理における業務のデジタル化への取り組みにより、人に頼っていた部分をデジタル化し、生産効率を向上している。

従来、紙による機械設定情報の管理では、過去の設定情報を探すのに時間を要すること、経験と勘に依存することが多かった。そこで、設定値/稼働中の温度変化/スクリューの動き/生産個数などの数値を成型機メーカーが提供するツールを用いて、数年にわたり収集・蓄積し、それを利用することで、データ設定時間を大幅に短縮している。さらに、成型機の状態を監視し、閾値領域(製品、成型機の特長毎に決める)を超えた場合には、アラーム送出や自働停止によりトラブルを未然に防止できている。

### 3.1.13 株式会社ブリケン

同社は1981年にプリント基板の専門メーカーとして創立、設計～製造まで一貫して自社生産している。創立時より量産ではなく開発型の試作分野に特化しており、短納期・多品種・小ロット製造が特徴だ。最新の製造設備をすべて自前で保有しているため、他社の追随を許さない短納期を強みとしており、注文を受けてから1日で納品するような超特急案件にも対応している。顧客に注文品の進捗状況(約20工程)をWEB上でリアルタイムに見せるシステムを提供するなど、顧客価値を優先する社風がある。全体最適化に向けて設備の稼働状況の見える化は、安価なシングルボードコンピュータの一種であるラズベリーパイによる自前のIoT設備により推進している。



#### 3.1.14 碌々産業株式会社

同社は 1903 年(明治 36 年)に機械工具類の輸入販売業として創業し、のちに汎用のマシンングセンタを製造するメーカーとなった。1996 年には、同社の強みを生かした事業への転換が必要と判断し、5 ミクロン以下の加工が可能な「微細加工機」を他社に先駆けて開発した。このような、強みの技術を、デジタル技術と組み合わせて磨き続ける社風を大切にするとともに、顧客視点での新たなサービスの提供とフィードバックやデータの収集を地道に行いながら、モノ売りからコト売りへの拡充を図っている\*1)。取り組みの詳細は、3.3.3 節に示す。

\*1) 「2019 年版ものづくり白書」(経済産業省)

第 2 章第 3 節「世界で勝ち切るための戦略—Connected Industries の実現に向けて—」

([https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2019/honbun\\_pdf/pdf/honbun\\_01\\_02\\_03.pdf](https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2019/honbun_pdf/pdf/honbun_01_02_03.pdf))

に記載されたコラム(同社の紹介記事)を参照

### 3.1.15 ヒアリングした企業の取り組み状況の分析

ここでは、ヒアリングした企業の DX に向けた取り組みを以下のように整理した。

#### (1) 人材の調達・育成

日々の生産活動のなかで、DX に向けた活動に必要な人材の確保や人材の育成を進めていくのは難しいが、以下の工夫を行っている事例がみられた。

- 業務・技術をよく知る元社員を再雇用して登用 事例 1
- 社内の人材を異動させてゼロから育成 事例 11
- 大手メーカーの早期退職者キャリア採用 事例 6
- 品質の見える化と指示の具体化による作業者の技術習熟スピード向上 事例 12

#### (2) 生産活動の見える化

生産活動の各工程での状況をデジタル化して見える化につなげる取り組みが、以下の事例で見られた。

- 原材料・部品、生産物の状況の把握 事例 1
- 製造環境、製造設備の稼働状況の把握 事例 2, 3, 5, 8, 11, 12, 13
- 品質の把握 事例 7, 10

#### (3) 見える化で取得した情報を活用した生産活動の改善

見える化した情報を活用して生産活動の効率化や製造物の高品質化を高いレベルで実現する取り組みが、以下の事例で見られた。

- 各工程の品質状況から不良原因を追跡調査 事例 7
- AI を活用した製品の品質化 事例 10
- 生産設備の故障予知 事例 2
- 製造機器のデジタル制御による品質改善、省力化、技術伝承 事例 12, 14

#### (4) 社内部門間連携

異なる部門間で見える化された情報を活用して、部門にまたがった効率化、売り上げ拡大につなげる取り組みが、以下の事例で見られた。

- 販売部門との稼働状況のリアルタイムでの共有 事例 1, 4

#### (5) 社外資源の活用

企業団体や公共団体の研究活動を利用した IoT やデジタル化を課題解決につなげる取り組みが、以下の事例で見られた。

- 地域プロジェクトへの参加による課題共有 事例 6

#### (6) 他の製造業者との連携

販売活動や生産活動を見える化した情報を活用し、他の製造業者と連携して機会損失の抑制・売り上げ拡大につなげる取り組みが、以下の事例で見られた。

- 柔軟なサプライチェーンの構築 事例 3
- 製品間・製品ーサービス間連携による顧客向けソリューション開発 事例 2, 6, 14

#### (7) デジタル化や見える化の製品への展開

社内の生産活動でのデジタル化や見える化を、製品の機能や新規製品開発に展開した取り組みが、以下の事例で見られた。

- 環境や製造物の状態を見える化する機能をもつ製品の開発 事例 4, 6, 8, 9
- デジタル制御により、自動制御や遠隔操作、高精度を可能にした製品の開発 事例 9, 14

### 3.2 DX 推進課題への対応例

ヒアリングの結果や産学官の連携の取り組みはさまざまであったが、2.1 項で示した DX 推進を阻害する課題への対応策を整理した。また、DX 推進指標との関連についても明示する。

#### 3.2.1 マインドセット、企業文化の変革に関する取り組み

マインドセット、企業文化の変革の取り組みは DX 推進の必要条件であり次のような特徴があった。

##### (1) 経営トップのコミットメント

経営トップによる活動へのコミットメントと強いリーダーシップが DX 推進のポイントであることを理解している。本項目は DX 推進指標の枠組み(定性指標)No.3「経営トップのコミットメント」に関するものである。

##### (2) マインドセット、企業文化

本項目は DX 推進指標の枠組み(定性指標)No.4「マインドセット、企業文化」に関するものである。

##### (a) 従業員の意識改革

製造業にはさまざまな職人を抱える企業が多くある。勘や経験を要する高い技術や技法を保有する職人の中には、デジタルを導入することに対する否定的な思いをもっている人もいて、デジタル化へ踏み込めない会社も存在する。

IBUKI は、バーコードを記載した個人カードを作成し、出退勤の記録をバーコードリーダーで行うようにしたことで、身近なデジタル化の効果を日々感じられるようになり、デジタルに対する否定的意識の排除を行うことに成功した。このように企業内部にデジタル導入に対して否定的な意識がある場合、まずは身近なところでデジタル化が便利であると実感させることも必要である。

##### (b) 従業員採用、育成の強化、動機づけ

久野金属工業は、若手の金型設計担当者 6 名をソフト担当に任命し、情報漏えい防止などセキュリティ面のスキルアップを行うことにより自社で基盤システムを構築することに成功した。また、この基盤システムを使いデータをクラウド上で管理することでリモートワークが可能となり、働き方改革の推進を行うとともに、子供が保育園・学校に通っている間の時間(10:00～15:00)で仕事ができる時短勤務者やパートの採用が可能となった。

碌々産業は、微細加工における高いオペレータ技術が必要であり、その技術の伝承と芸術性豊かな感性をもった加工者や、数値やデータ分析ができる人材の育成を目的に、独自で Expert Machining Artist 認定制度を作った。この認定制度では、作業者を単なる「オペレータ」という名称ではなく、「Artist」と任命することで各自に誇りをもたせ、かつ、社長同席のもと認定を受けること

で、従業員が次は自分が取りたいという動機づけにもなっている。その成果もあり、2019年には、米国や韓国、同社製品ユーザ以外の人も含め 36 名を認定した。日進工業では、作業者が担当するラインの実際の稼働率や短時間の停止の状況などをモニタで見える化することで、リアルタイムで未稼働や停止への対応を効率よく作業できるようにし、中にはゲーム感覚で稼働率を競う作業者もあり、自主的に改善が行われるようになっていた。本項目は DX 推進指標の枠組み(定性指標) No.6「人材育成・確保」に関するものである。

### (3) 3 つの共有

経営トップと社員の間で、3 つのことが共有できていた。本項目は DX 推進指標の枠組み(定性指標) No.2「危機感とビジョン実現の必要性の共有」に関するものである。

#### (a) 危機感の共有

現事業の延長線上には、発展がないことに気付き、強い危機感を抱くこと。

#### (b) 明確な課題の共有

現事業を発展に導くための課題が明確になっていること。また、その課題が共有されていること。

#### (c) 成果の共有

小さくても成果を出して、社内の DX の気運を高めること。

### 3.2.2 データ活用を推進する上での取り組み

「データ活用」は DX の出発点であった。ヒアリングした企業のほぼすべてで「経験と勘に頼る作業、作業進捗、設備の稼働状況などのデータ活用」に取り組んでおり、次のような特徴がある。本項目は DX 推進指標の枠組み(定性指標) No.8-1「データ活用」に関するものである。

#### (1) DX に向けた費用・時間の捻出に関連した課題への対応

ソフトウェアの開発や導入においては、費用対効果の検証が困難であり、知恵を絞りながら少ない予算や少数人員で「まずやってみる」という事例が多い。例えば、「安価なシングルボードコンピュータの一種であるラズベリーパイ」を用いて見える化を行い、徐々に進化させている事例もあった。また、デジタルサイネージではなく、量販店のデジタルテレビで工場内の見える化を実現していた例もあった。見える化の設備を導入する際の補助金を申請するうえでも費用対効果の検証が必須であり、各企業では検証を実施し、その結果補助金を利用できていた。

#### (2) デジタル人材の確保

中小規模製造業がデジタル化を推進する上でデジタル技術やソフトウェアを理解している人材が不足しているという報告(ものづくり白書)があり、ヒアリングした企業でも同様な課題があった。対策として、元社員をスカウトした例、大手メーカーのリタイアした人を採用、社長のリーダーシップにより担当者を任命し開発は外部に委託した例などであった。一方で、失敗した事例として、担当者一

人に任せていたため、担当者の退職で以降の改造ができなくなり、導入した機器や開発したソフトウェアが無駄になったという例もあった。本項目はDX推進指標の枠組み(定性指標)No.6「人材育成・確保」に関するものである。

### (3) 外部資源の活用

外部の有識者との連携により、見える化を推進している事例が多い。外部有識者としては、中小ソフトウェアベンダー、中小企業診断士、海外ベンチャー、関連企業、企業連合などさまざまであった。補助金を受けるうえで、有識者からのアドバイスが有効であるという声もあった。内部人材の調達・育成は長期的な視点に基づき行われ、外部との連携はスピード重視という状況がうかがえる。本項目はDX推進指標の枠組み(定性指標)No.5「推進・サポート体制」に関するものである。

### 3.2.3 企業間連携を推進する上での取り組み

「企業間連携」は中小規模製造業が従来の下請け体質を変えて、事業拡大・生き残りをしていく上で重要な手段であり、「コネクテッドインダストリーズ」を推進する政策の一環でもある。「企業間連携」への取り組みには次の特徴があった。本項目はDX推進指標の枠組み(定性指標)No.7「事業への落とし込み」、特にNo.7-2「バリューチェーンワイド」に関するものである。

#### (1) 地域に限定されない連携

ネットワークを利用して情報を共有することで、地理的に離れた工場とも連携を推進できる。ヒアリングした愛知県のウチダ製作所は、地場の愛知県や静岡県を中心に連携していたが、九州や埼玉県企業も連携に加わっている。

#### (2) 原材料・部品供給、顧客要求へのソリューション提供における課題への対策

企業連携によって柔軟なサプライチェーンの構築、案件ごとの顧客要件へのソリューション提供を実現することにより、機会損失を防ぎ、売上拡大につなげた事例があった。

#### (3) 情報漏えいなどのセキュリティ上の課題への対策

中小規模製造業は、職人のノウハウなどで他社との競争優位を得ていることが多く、その結果、社外とのネットワーク接続に消極的であったり、データ化されたノウハウの流出につながる連携を避けることが多い。今回のヒアリングにおいても、同様な課題で苦勞している企業があった。このような懸念に対して、企業間の守秘義務契約により対応していた。根本的には、どのようなデータを企業機密とし、どのようなデータを公開しても良いかの定義やOT系のデータをサプライチェーン全体で活用できるようなデータ連携プラットフォームの構築が必要である。このような取り組みはIVI(Industrial Valuechain Initiative)にて検討し、コネクテッド・インダストリーズ・オープン・フレームワーク(CIOF)として公開している。今後のデータを活用した企業間連携の推進においては必須となる取り組みと考える。

さらに、企業間連携によるサプライチェーン全体でのセキュリティも必須となる取り組みであり、経産省が推進する「サイバー・フィジカル・セキュリティ対策フレームワーク」の活用など検討していく必要がある。

#### 3.2.4 製品・サービスの変革への取り組み

「製品・サービスの変革」は DX の本丸といってよい。「データ活用」で蓄積したデータや顧客との関係で得られたデータを活用し、今まで見えなかった製品付加価値／新製品／新たなビジネスモデル／モノづくりからコトづくりへの移行などを生み出すことができる。製品・差別化の取り組み事例には、「既存製品における課題から出発」したアプローチと「新たな課題へ挑戦」したアプローチが見られた。本項目は DX 推進指標の枠組み(定性指標)No.8-1「データ活用」に関するものである。

##### (1) 課題から出発

蓄積したデータを利用して付加価値を検討するというアプローチではなく、顧客からのクレームや現場で把握した課題・問題意識を出発点として、デジタル技術や蓄積したデータを用いて具体的な解決策を検討している。

碌々産業では、加工機械のモノ売りではなく、微細加工機を利用するユーザにおける設置環境のデータを利用し、加工機＋加工機を入れる箱型ルームに入れ、箱型ルームの外からオペレートするシステムを構築。ネットワーク経由でオペレーションを可能とし、「工場と同じ場所にオペレータがいなくても機械の制御ができるコト」をシステム化していた。

##### (2) 新たな課題への挑戦

既存事業における収益・下請け構造に対する懸念、新たな事業への進出というベンチャー精神で価値創出を推進している。

木幡計器製作所では、従来の造船関係への圧力計などの計測・制御機器売りがメインであったが、保全業務の人手不足に着目した製品開発や将来の在宅医療を見据えた医療機器分野への進出など、新たな課題に着目することで事業拡大を図っている。

自社の本業とは異なる事業形態で、新たな製品を開発した事例としてチトセ工業の取り組みがある。受託開発を通して培った無線技術を利用し、祖業である金属プレス製造業と異なる事業として、自社ブランド製品「Logbee」を開発した。その製品特性から、当初ターゲットであった農業とは異なる建築・土木業界のニーズをとらえコンクリート養生の湿度管理へと、販路を拡大していった。「製品・サービスの変革」のアプローチは異なるが、共通的な取り組みには次の特徴があった。これらの特徴を踏まえ、製品開発における DX を推進することが今後ますます重要となる。

- (a) 技術的な強みがあり、その強みをいかしていた。
- (b) 製品利用者の目線で、自社ブランド製品の付加価値(差別化)を考えた。
- (c) 売り切りビジネスに不安を感じ、ユーザとの関係維持が重要と考えた。
- (d) 収集したデータから新たな製品・サービスの変革につながる可能性をもつ。

一方で、どのように進めるか判らず取り組みが進まないという課題もあり、「製造のサービス化 (IVI)」や「スマートマニュファクチャリング (国立研究開発法人産業技術総合研究所、ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会、一般社団法人 日本電機工業会など)」という活動が産学官連携で取り組まれており、これらの活動を理解し、また参加し自社の取り組みに反映するなどが求められる。



### 3.3 個別事例

#### 3.3.1 計器をIoT化して市場を開拓した取り組み(木幡計器製作所)

##### (1) 事業内容と取り組み概要

1909年に創業した株式会社木幡計器製作所は、圧力計などの計測・制御機器老舗メーカーとして、船舶向け計器などを強みに安定した経営を続けているが、現社長の就任後は圧力計のIoT化による保全業務の自動化に取り組むなど、顧客の視点で将来を見据えた新規事業の開拓を進めている。他にも、呼吸器疾患リハビリ用の医療用測定機器を開発して医療機器事業に進出したり、スタートアップ支援施設を開設するなど、多角的にDXに向けた成長戦略を進めている。

##### (2) 変革に取り組んだ動機

###### (a) 安定した業界が下降傾向

圧力計器の市場は大手数社が80%のシェアを占め、残り20%を同社含む小規模事業者がシェアする寡占状態にあり、業界の住み分けができています。同社の受注は比較的安定していたが将来的には徐々に下降していく傾向が見えたので、危機感をもった早めの対策が必要と考えた。今の事業の延長線上で何かアプローチできることはないかと考え始めたが、老舗企業がもつ信頼だけでは製品の差別化にならないと感じたので、個々の顧客に対するサービスには何があるか、ということを出発点に模索し始めた。

###### (b) 保全業務が省力化傾向

同社の事業範囲は計器の納入までで、計器計測・管理は主に搭載装置の納入先ユーザや、プラントメンテナンス事業者、ビルメンテナンス事業者などが行っている。大手事業者であっても計測結果を人が紙に書き写している現状に気が付いた。また新規設備の導入には、どの企業でも投資費用は高めに設定してもらえが、保全業務のようなメンテナンス経費はコスト低減の対象にされやすいため、プラントメンテナンスやビルメンテナンス業界では数年前から保全業務を省力化する動きがあった。特にビルメンテナンス業界は人材不足の状況にあり、計器をチェックする作業員が十分に確保されていないこともわかった。

##### (3) 取り組みの成果

###### (a) 計器の遠隔監視の実現

2014年、ものづくり補助金と同社も加入する積乱雲プロジェクトの支援を得て、計器の遠隔監視が可能な「IoT 圧力計」を開発した。従来の機械式圧力計に無線デバイスを搭載し、計測結果をクラウドサーバに送信するシステムを同プロジェクトで共同開発して、計器の遠隔監視を実現した。この製品はリチウム電池で駆動できるように低消費電力の設計が成されており、電源が供給されない環境でも使用できる。

2017年にはIPA「先進的IoTプロジェクト支援事業」の支援を得て、既設アナログ式計器をIoT化した「後付けIoT センサ・無線通信ユニット」を開発した。工場の製造現場や大規模商業ビルの機械室などの孤立した環境の設備には、数多くのアナログ式計器が既に取り付けられているが、この開発により既存の計器を新たなIoT計器に取り換えることなく、各機器の稼働状態を遠隔から監視できるようになった。

#### (b) マーケット開拓

昨年、ガスボンベディーラーとの協業により、医療機関20社に「IoT圧力計」を利用した医用酸素ガスの残量監視システム「メディカルガスモニター®」を導入し始めた。

病院では、ガスボンベディーラーがボンベの交換時期に訪れて計器点検をしていたが、計器がIoT化されるとクラウド上で残量がわかり、交換時期が外部からも確認できるようになった。また病院側もクラウド上で同じ情報を見ることができるようになったため、顧客視点での新たな価値創出につながられる。同社はこのアナログ式計器のIoT化事業とは別に、2018年、呼吸疾患リハビリ用の呼吸筋力測定機器を製品化して医療機器事業に参入しており、これがアナログ式計器のIoT化事業が医療機関に進出したきっかけになっている。

### (4) 取り組みが成功した要因

#### (a) アイデア出しからのスタート

IoT化事業は最初から大きな構想を描いたわけではない。自由な発想でのアイデア出しをおこなってきたことが、売り切り商品だったものからメンテナンス管理もできる製品への開発につながっている。

最初に、計器の素材が変わっても計器の色バリエーションは3色しかないことに着目した。普段は計器設置業者に納品したあと、どのように利用されているかわからなかったが、あるとき計器設置現場に行くと配管にカラーテープが巻かれているのを目にした。調べてみるとカラーテープは配管識別色で、配管の中にどんな流体が通っているか一目でわかるようにしたものだった。そこからアイデアを得て、計器のカラーバリエーションを増やすことを考えた。意匠登録のために大阪府主催の知財勉強会に参加したところ、色だけでは意匠登録できないことがわかり、色バリエーションを増やした計器の商品化は断念した。その代わりに、計器に箱を付けて区別すれば意匠登録できることがわかり、ここからさらなるアイデアが生まれてきた。

2013年、計器点検作業の省力化に貢献できるように、「計器用RFIDタグラベルを用いた計器・設備保全管理システム」を開発した。RFIDには個別識別情報をもたせておき、携帯端末で読み取った時に、前回の点検記録や計器を取り付けた機器の仕様書や図面、取扱説明書などの各種文書と情報連携ができるようにした。その結果、熟練技術者でなくても点検業務が効率的に行えるようになり、点検記録を帳票に書き込んだ後でデータベースに入力していた従来の作業が携帯端末上で行えるようになった。そこから、「IoT圧力計」の開発、「後付けIoTセンサ・無線通信ユニット」の開発へと続いた。

#### (b) 連携

「計器用 RFID タグラベルを用いた計器・設備保全管理システム」は、制御系システム開発を得意とする地元大阪の企業との連携により実現し、「IoT 圧力計」や「後付け IoT センサ・無線通信ユニット」化は、企業アライアンスを結んだ「関西積乱雲プロジェクト」により実現した。

積乱雲プロジェクトは、中小企業にも使える IoT ミドルウェアを提供したいと考えていたカナダの Cogent Real-Time Systems 社と、自社技術を使って IoT 化できることはないかと考えていた木幡計器製作所が展示会で出会ったことがきっかけで始まり、2013 年に IoT システム開発に強みの分野を持っている関西企業 5 社と Cogent Real-Time Systems 社が連携して、関西積乱雲プロジェクトとして発足し、IoT ソリューションのビジネスモデル構築に向けた新技術の開発及び実証試験をスタートした。

このプロジェクトは「疎結合」を設立趣旨にあげており、参加企業は個々のプロジェクトとして動くことを推奨していた。そのため新製品の販売で得た売り上げや利益は個々の企業のものであり、プロジェクト参加企業への配分はしていない。

このプロジェクトの成功は、参加した中小企業の環境を把握して取り組んだことが鍵になっている。プロジェクトは今年で 7 年目となるが今でも月 1 回の会合が開かれており、現在は関西だけではなく関東でも月 1 回の会合を行い東京の企業も参加している。

#### (c) デジタル化推進人材の確保

6～7 年前に大手メーカーが大量に早期退職者を募集し、能力のある人たちが大量に退職していた。そのような中で、たまたま大阪商工会議所の支援で大手弱電メーカー出身者 2 名をキャリア採用することができた。翌年も採用がかない、合計 4 名が入社した。年配の方は前職の給料は高かったが、それよりもキャリアをいかしたいという希望があり、同社の人件費コストを抑えて能力がある人が欲しいというニーズにマッチした。企業文化は大手メーカーとは異なるが、新しいことに一緒に取り組むことで会社にも馴染んでくれた。積乱雲プロジェクトでの活動など、この 4 名が活躍して同社の IoT 化事業と医療機器事業の立ち上げに貢献している。

#### (d) 補助金の活用

新商品・新サービスを開発するためには、事業性を見通した投資が必要であるが、デジタル化への取り組みが成功している事例には、公的機関から補助金による支援を受けている場合が多く見受けられる。補助金の支援を受けているということは成長戦略が描けている裏付けでもある。同社の場合、現社長が 2013 年(平成 25 年)に事業継承した時期以降に補助金が交付された案件を調べると、次のように、戦略的に投資を続けている様子が見えてくる。

- 「平成 24 年度補正 ものづくり中小企業・小規模事業者試作開発等支援補助金」(デジタル式呼気圧計測器の試作開発)
- 平成 25 年「おおさか地域創造ファンド 重点プロジェクト助成金」
- 「平成 25 年度補正 中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業補助金」(計器専用 RFID ラベル及び計器・設備保全管理システムの試作開発)
- 「平成 26 年度補正 ものづくり・商業・サービス革新補助金」(災害にも強い低消費電力型無線伝送器付圧力計の試作開発)
- 平成 27 年「大阪府 医療機器研究開発支援事業補助金」(呼吸リハビリテーションに利用される呼吸訓練器具の国産化及びデジタル化製品の開発・事業化)
- 「平成 27 年度補正 ものづくり・商業・サービス新展開支援補助金」(高精度デジタル式医療ガス用アウトレットテスターの試作開発)
- 平成 28 年 IPA「先進的 IoT プロジェクト支援事業」(既存機械式計器の OPC-UA 対応 IoT 化及びビジネスモデル構築)
- 「平成 29 年度 グローバル・ベンチャー・エコシステム連携加速化事業費補助金 (スタートアップファクトリー構築事業)」
- 「平成 30 年度補正 ものづくり・商業・サービス生産性向上促進補助金」(ロウ付け装置及び検査記録・文書管理システム導入での工程改善による生産性向上)

#### (5) 今後の取り組み

同社は今後、酸素ガスディーラー等の大手企業と連携して在宅医療向けの酸素ガスモニタリング機器や家庭用医療機器の開発に取り組み、更には IoT 化を図って付加価値を生む製品に育てていきたいと考えている。人材の確保については、大手企業から働き方改革が進んで能力のある人材が副業制度を利用することを想定しており、そのような人材の活用も視野に入れている。

### 3.3.2 情報の可視化とデジタルデータの蓄積(IBUKI)

#### (1) 事業内容と取り組み概要

株式会社 IBUKI は 1933 年に東京/大崎で木型の製造販売企業として創業し、1982 年に山形県河北町谷地工業団地に山形工場を新設した会社で、射出成形用金型の設計・製造を行っている。従業員は現在 63 名である。

同社は最大時 300 名程度の従業員がいたこともあったが、取引先や経済環境の変化により業績不振に陥った。その過程で一時は社員も約 30 名にまで減少し、投資ファンドの傘下となり経営再建を図るも苦戦が続いていた。

そのような状況で、製造業コンサルティング業を行う株式会社 O2 が 2014 年に同社を買収・グループ化した。株式会社 O2 の支援のもと、同社の大きな強みである金型製造に有する優れたノウハウを最大限に活用した経営改革に取り組んだ。またグループ企業の AI 技術を活用し、これまで人に頼っていた品質の確保・向上の自動化を図るなど、新たな技術の導入にも積極的に取り組み、この結果が業績面も含め顕著に現れてきている。

#### (2) 変革に取り組んだ動機

##### (a) 業績の落ち込み

強みである加飾加工以外は金型の下請けモデルであり、業績は落ち込んだ。実際に 2014 年の買収以前に経営者が 4 度交代し、従業員数も約 30 名にまで減少した。

そこで「家族(社員)以外は全部変える」という社員の意識改革とともに、急ピッチであらゆる見直しが行われた。自分達の仕事に対する動機づけが改革の大きな柱であり、デジタル化はあくまでその改革を進めるための一部である。

##### (b) 知識や情報の可視化とデジタルデータの蓄積

「どうやってデータをためていくか」が大きな課題である。例えば工場のデジタル化について、それまでベテラン職人の頭の中にあつた、さまざまな知識や情報を一つずつ聞き出し、それらをデジタルデータとして扱えるようにする(データ化)。それを活用しやすいように分類しながら、データをためていく(データ蓄積)という地道な作業が必要となる(図 3.3.1)。

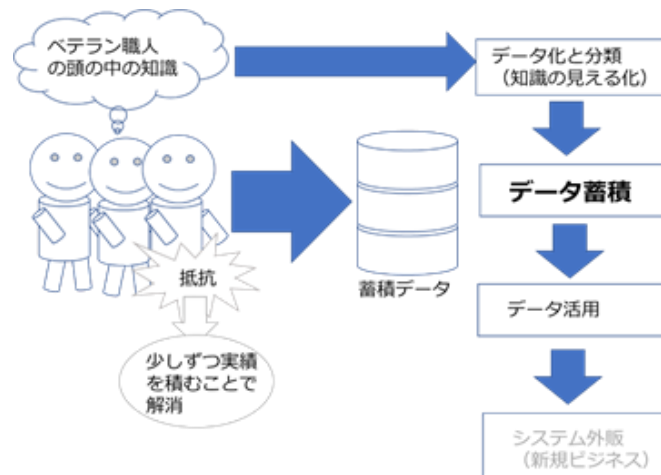


図 3.3.1 データ蓄積

### (3) 取り組みの成果

#### (a) 蓄積データを活用したシステムの外販

製造業デジタル化の取り組みで一定の成果が出たノウハウをいかし、デジタル化の仕組みそのものをコンサル的な要素も含め、エンジニアリングサービスとして展開し始めた。下請けモデルになっている金型製造事業だけでは業績が落ち込むので、(2)で紹介したデータ蓄積を用いた新規ビジネスを実施している。新規ビジネスとして、図 3.3.1 のような蓄積したデータを活用した金型工場の各種 IT サービスをはじめ、金型の作業プロセスや管理などのシステムを売り込む。具体的には、工場全体の就業管理や営業管理などの IT 系のデータと工場のマシンの OT 系のデータなどの蓄積データを用いて、8 分野を統合したデータの管理を一括して行うサービスを外販する。

既に工場デジタル化システムの一部は外販している。これは金型製造の現場目線で構築されたシステムで、エクセルをベースとしていることもあり、中小製造業でも導入や扱いが容易である。なお IoT 金型の製造は、中小企業庁の「戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン事業)」に採択された。同社の前述のシステムはグループで海外生産をしているような企業が、現地まで出向いて行わなければならない生産管理オペレーションの負担を軽減することを目標としている。

このように展開し始めたエンジニアリングサービスを、将来的には金型製造事業と 2 本柱にしたいと考えている。

#### (b) AI 活用(AI 検索エンジンを利用した情報検索/射出成形での熟達者の判断の AI 化)

AI 検索エンジンを利用した情報検索・見積もり作成システムを導入した。これまでの情報検索・見積もり作成システムでは、ベテラン職員の判断に多くを委ねられていたが、このシステムでは過去の見積書など共有されていなかった情報や判断知識をデジタルデータとして蓄積し、AI で検索を最適化した。その結果、新しい注文に対し過去の実績から最適な情報を簡単に引き出せるようになり、大幅な効率改善につながっている。

また射出成形における熟達者の判断の AI 化も試行している。センサを使い金型の中を「見える化」する IoT 金型を導入した。これにより IoT 金型の成型で内部の状況を把握できるようにし、勘に頼る部分があった最終調整の修正回数削減を実現する。開発は同じ O2 グループの AI 企業の株式会社 LIGHTz(ライツ)と協力して進めている。

### (c) 伝電無紙(でんでんむし)によるデータ連携とペーパーレス化

自作のシステムである「伝電無紙(でんでんむし)」(伝票を電子化して紙をなくす)により、OT 系では工場内のマシンの稼働データを蓄積し、これらの OT 系と IT 系のデータを別々に処理するだけでなく、両者を一括して運用することでデータ運用を効率化することが今後の取り組み課題である。例えば効率化の結果、マシンの稼働状況が営業社員からもわかるようになり、迅速な営業活動ができる。

一方、IT 系では就業管理をネームプレートに印刷された二次元バーコードで行うなど、工場従業員にも導入しやすいものから運用している。また営業管理は伝票を電子化し、ペーパーレスを実現することを目指している(図 3.3.2)。

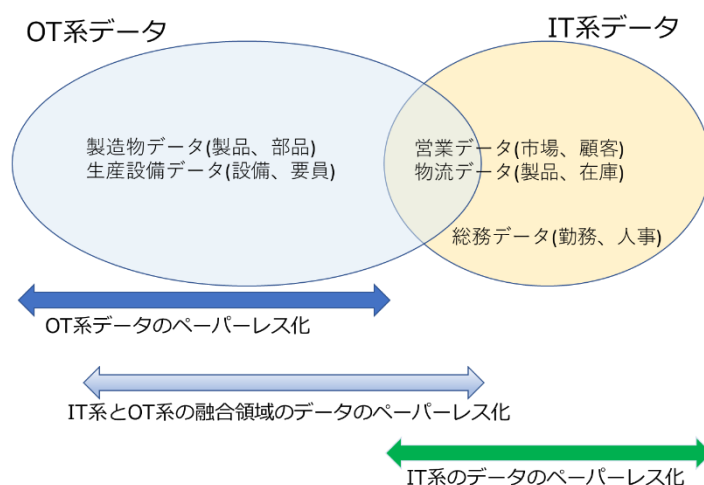


図 3.3.2 OT 系と IT 系のペーパーレス化

「伝電無紙」は AWS 上のグラフデータベースで実装している。これは IT 系と OT 系のデータを一括管理し工場全体の情報を一元管理できるシステムであり、「伝票の電子化」「紙をなくす」をキーワードとして「伝電無紙」という名称にした。

#### (4) 取り組みが成功した要因

##### (a) 変えることへの抵抗の克服

工場の現場では、これまでのやり方を変えることに抵抗感を強くもつ人も多かった。

これを乗り越えていくため、まずはバーコードを記載した個人カードを作成し、出退勤の記録をリデータで行うようにした。体験することで IT 導入は便利になるということが少しずつ実感として浸透していった。

成功要因として、工場で働く人の様子やその環境のことが良くわかっていたことがあげられる。例えばスマホやタブレットを導入しても、現場の人は手が油まみれになっているため、実際には使いづらいが、プラスチックのカードでは工場で使えるなど、現場目線で考える。

##### (b) 加飾加工（非デジタルの提供価値）

従来からの強みである加飾加工は、ミクロン単位の形状をデータで制御して金型にマシニング（切削機）で加工する技術である。その繊細な形状がプラスチック樹脂に転写され、「高級感」や成形で発生する塗装などの「2次加工」無しでも、付加価値を提供する技術であり、利益を出している。これによりデジタル変革へ投資できる。

##### (c) 職人文化

職人の中には従来のやり方を変えたくないという思いが強い人もいるが、小さなものから少しずつデジタル化を推進している。

##### (d) 現場第一主義

現場では作業する人のやりやすさを最優先に考えて取り組んでいる。無理やりすべてをデジタル化すると、逆に効率的ではないことがある。紙が必要であればそれは残しつつ作業上で要となるデータはデジタルで記録されていくような運用ルールにし、大事な部分はすべて裏でデータ化されている状態が良い。現場を尊重しながら、いかにデータ化のルールとその判断基準を徹底し浸透させていくかが重要である。

##### (e) DX 推進のための 5S

デジタル化というスローガンだけでやみくもにデータ蓄積を始めると、データがまとまらないまま頓挫してしまうので、DX を推進するための施策として、データの 5S(整理・整頓・清掃・清潔・躰)が重要である。



## (5) 今後の取り組み

### (a) 伝電無紙(でんでんむし)によるデータ連携とペーパーレス化の展開

営業管理は伝票を電子化しペーパーレスを実現することを目指している。また、工場操業に必要な 8 分野を分類しデジタル化を O2 グループのグラフデータベース企業 LimGraph 株式会社(リムグラフ)と進めている。

### (b) データの緻密化に向けたデジタルデータの蓄積

工場のデジタルデータ化とその活用のためには、騒音・振動・電力量・刃物の品質判断など各種の情報に及ぶデータを必要とする。また、それぞれが干渉することもあり、精緻なデータを収集することは非常に困難である。しかしデジタル化に本当に役立つデータは、このような精緻化したデータであることが多いため、これからもデータの蓄積を継続し、データの精緻化を推進していく。

### 3.3.3 自社の強みを徹底的に追求しサービスビジネスを構築した取り組み(碌々産業)

#### (1) 事業内容と取り組み概要

碌々産業株式会社は、1903年(明治36年)に機械工具類の輸入販売業として創業し、のちに汎用のマシニングセンタを製造するメーカーとなった。1996年には、同社の強みを生かした事業への転換が必要と判断し、5ミクロン以下の加工が可能な「微細加工機」を他社に先駆けて開発した。「微細加工機」という名称は、同社が作った言葉である\*1)。

微細加工機の精度と性能を安定的に提供するためには、①最適な微細加工機、②最適なソフトウェア(CAD/CAM)、③最適な工具、④最適な環境の4つの条件に加えて微細変位の補正を行うオペレータの介入が必要であり、完全な自動化が困難な技術領域に対して人と機械が一体化する「四位一体+ONE」のコンセプトを提唱している\*1)。2010年には、オペレータが経験と勘に頼らなくても微細変位の補正を行えるように、複数のセンサにより機械の挙動を見える化するM-Kitを開発し、強みとする技術の向上に努めている。2018年には、ユーザの支援を新たなビジネスモデルと捉え、ユーザと一体となって微細加工機を遠隔監視し、予防保全、早期トラブル解決するAI Machine Dr.を開発した(図3.3.3)\*1)。

同社は、強みの技術をデジタル技術と組み合わせて磨き続ける社風を大切にするとともに、顧客視点での新たなサービスの提供とフィードバックやデータの収集を地道に行いながら、モノ売りからコト売りへの拡充を図っている\*1)。

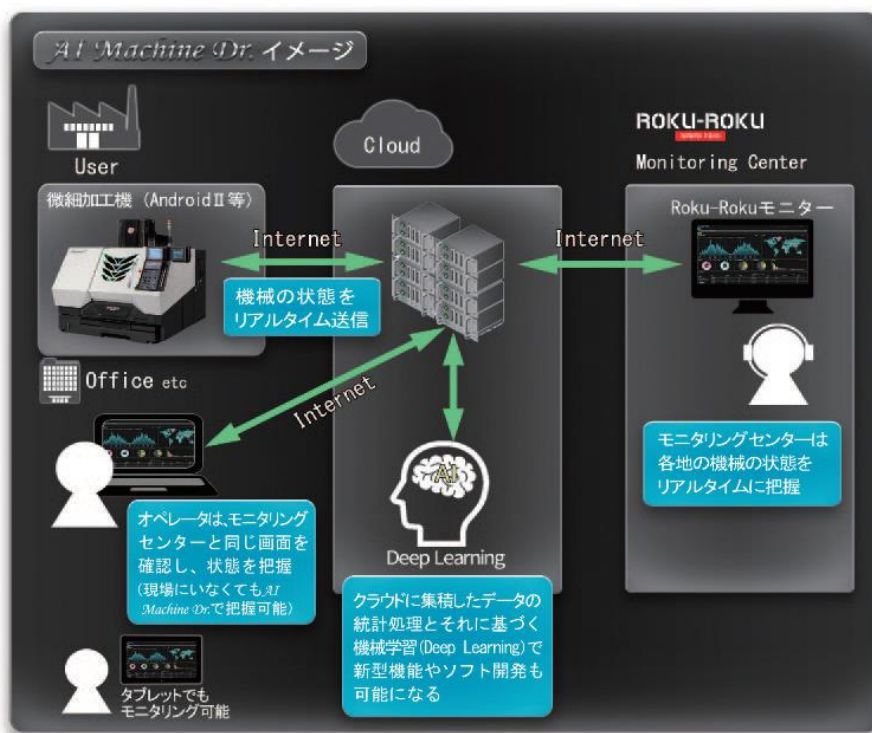


図 3.3.3 AI Machine Dr. の概要 [出典:碌々産業(株)「碌々友の会」会報誌「常(Tokoshie)」38号\*2)]

## (2) 変革に取り組んだ動機

### (a) 納品した機械の高頻度故障

現在、自社製品の納入先の70%は台湾の電子機器製造企業であり、最終的に中国人オペレータが利用する。技術を身に付けると中国人のオペレータは転職してしまうため、3か月～1年で辞めてしまう。その結果、機械を利用するための技術が引き継ぎもされず、機械のパフォーマンスレベルが下がる。また人がぶつけて壊したもので機械が勝手に故障したと言われることもあり、メーカーとして何が要因で壊れるかを把握することが必要となっていた。

### (b) 生産設備の減価償却期間が長く、顧客との関係が途絶

日本の会計基準では生産設備の減価償却期間が10年であり、各企業とも実際の設備の入れ替えについても、おおまかにその期間に合わせていたが、生産設備の販売後10年間の断絶があるとビジネス環境も大きく変わり、顧客との関係も途絶えてしまうという課題があった。

## (3) 取り組みの成果

### (a) AI Machine Dr.の活用によるサービスの拡大\*1)

微細加工の精度には、周囲の温度や湿度の変化が影響を与える。しかし、どの程度の温度や湿度の変化が製品のパフォーマンスにどの程度の影響を与えるかは専門性が高く、ユーザが理解することはほとんど不可能である。同社の機械には、あらゆる部位にセンサを設置し、温度や電力、流量、圧力、負荷、時間、指令等の36項目のデータを最小10ミリ秒の間隔で取得・可視化し、製品に付属するメモリに記録するとともに専用のクラウドにアップロードする。それを同社の専門技術者が遠隔で確認し、動作が不良となった場合の原因究明や製品の使い方の指導などを行っている。

AI Machine Dr.(図3.3.3)により、ユーザの情報に基づいた保守・点検に加え、使い方の指導といったコンサルティングサービスも提供できるようになった。また、ユーザによる同社製品の使用方法や使用環境をもとに、より使いやすい製品の設計・開発にいかすことが可能となった。

### (b) データ収集を開始

AI Machine Dr.を稼働させるためにはAIに学習させる必要があるが、現状はデータ収集の段階である。昨年からの導入を開始し、現在、中小・中堅のユーザ数社が利用している。海外製品には同製品・同サービスのように見える化したものではなく需要を見込めるが、データが同社に送られてしまうためユーザにとってはノウハウ技術が外部に出ることを懸念しており、導入に苦戦している。

AI Machine Dr.で収集しているデータには、例えば工具の異音がある。異音を機械学習することで、工具の破損を予知することができる。しかし振動音がある中で異音かどうか判断するためのノイズキャンセリング処理や、工具の種類・材質によっても音が異なるため、多数の音データが必要である。

#### (4) 取り組みが成功した要因

##### (a) オシロスコープによる波形チェック

(見える化の発端)海藤社長が営業担当時代に放電加工機メーカーを訪問していた。その際にオシロスコープを取り付けて電気の波形をチェックしているオペレータに出会ったことがきっかけである。その後、同社製品の各箇所にセンサを試しにすべて取り付けしたが、販売に向けてどこまでセンサを付けるべきか葛藤があった。

(AI 導入の発端)は、旋盤を作るときにサーボモーターを入れたことがきっかけである。同じタイミングでドイツのメーカーとの協業や Industrie 4.0 があったため、AI の取り入れを検討し始めた。

##### (b) 専門家との社外連携

顧客視点でユーザ企業と一体化するためには通信技術が必要であるが、同社の専門分野ではないため、外部と協業する必要があった。AI Machine Dr.は株式会社コアコンセプト・テクノロジーと協業で開発され、クラウド環境からの AI の分析業務などを同社に委託している。

##### (c) デジタル化推進人材の確保

海藤社長をリーダーとし、各部署から人員を選抜したプロジェクトチームを作り、新製品の開発に取り組んでいる。

##### (d) オペレータ認定制度

オペレータという視点では、オペレータに対して独自に Expert Machining Artist 認定を行っている。芸術性豊かな感性をもった加工者が欠かせないため、人材育成も兼ねて認定制度を作り、数値やデータの分析ができ、なおかつスキル伝承ができる人に認定している。2019 年はアメリカや韓国、同社製品のユーザ以外の人も含めて 36 人を認定した。オペレータには職人気質の人材も多いからこそ、社外から認定を受けることで、勤務先での評価も上がっているケースもある。今は同社が高度なスキルを有する人材のうわさをききつけて認定しているが、今後は認定制度の価値を高めるため、同社から業界団体へ制度移管することを予定している。

#### (5) 今後の取り組み

##### (a) データ収集とモデル化

データ収集において、従来は微細加工機ユーザとの信頼関係で展開してきたが、今後は守秘義務契約締結や、データを同社に送らずに工場内部で留めるようにするなど、ユーザにメリットを感じてもらえるように工夫する必要があると考えている。また、蓄積されたデータを使って、モデルを生成し、機械学習を進める。

### 3.3.4 中小金型メーカーの IoT 活用とつながる工場への取り組み(ウチダ製作所)

#### (1) 事業内容と取り組み概要

株式会社ウチダ製作所は、1980 年 5 月にプレス加工メーカーとして創業し、大手自動車メーカー向けにプレス加工部品の製造販売を行っている。主力製品は、自動車の窓枠を支える金属部品“ディビジョンバー・ブラケット”で、年間生産量は 3000 万個に達する。

同社は、金型設計製造から順送プレス加工、自動タッピング加工まで一貫して受注できることを強みとしているが、複数の自動車がモデルチェンジする繁忙期は、人材不足により社内で金型を全て作りきれないため、金型製造を外部委託している。金型市場の全国シェア 1 位、2位を占める愛知県、静岡県では、汎用の金型は供給が追い付いているが、300tクラスの高難易度プレス金型は、供給が追い付かず単価が上がっている状況であった。また高難易度プレス金型は、設計を専門にする企業や設計データに基づいて製造を行う中小の企業はあったが、設計から製造、仕上げまで行える企業は、高価な設計製造設備を揃えられる大手・中堅金型メーカーに限られている。このような課題に対応するため、地域の金型メーカーと連携して企業連合をつくり、大手・中堅金型メーカーの市場であった高難易度プレス金型の製作事業に乗り出している。企業連合の利点は、設計から仕上げまでの全体で最適化を図り、設備の稼働率を上げられることにある。同社を中心とする企業連合は、IoT や AI などのデジタル技術を活用して「つながる工場」を実現しているため、地場の金型メーカーだけでなく、九州や埼玉の地理的に離れた金型メーカーからも提携協力を取り付けている。国内の製造業界が目指す「Connected Industries」への取り組み事例として参考にしたい。

#### (2) 変革に取り組んだ動機

##### (a) 金型産業の変化と地場産業への影響

同社の調査によると、金型メーカーは平成 14 年から平成 28 年度にかけて、全国で 35%が廃業している。またリーマンショック以降、全体の 76%を占める従業員 9 名以下の金型メーカーの零細化が進んでおり、後継者不足となっている。金型メーカーの減少は愛知県を含む中部地区においても同様で、地場の金型メーカーだけでは、金型ユーザの需要を賄いきれなくなっていた。需要を調べてみると、汎用プレス金型は供給が追い付いていたが、高難易度プレス金型は供給が追い付かず単価が上がっていることがわかった。

##### (b) 金型設計者不足が深刻

同社のプレス加工に必要な順送プレス金型は、複雑な機構を有する高難易度プレス金型で、需要が増えてきている。しかしどの金型メーカーも設計者不足が深刻なため、供給が追い付いていない。これまでの金型設計は 2 次元 CAD で行ない、設計者自身が時間を要する金型製造の作業を実施する。そうして出来上がった金型で成形をトライし、金型調整や作り直しの工程を繰り返す作業を経験する必要があり、一人前に成長するまでに最低 10 年はかかると言われていた。また、3 次元

CAD を使えば金型調整や作り直しの工程をシミュレーションすることができるが、使える技術者が少ないこともわかってきた。

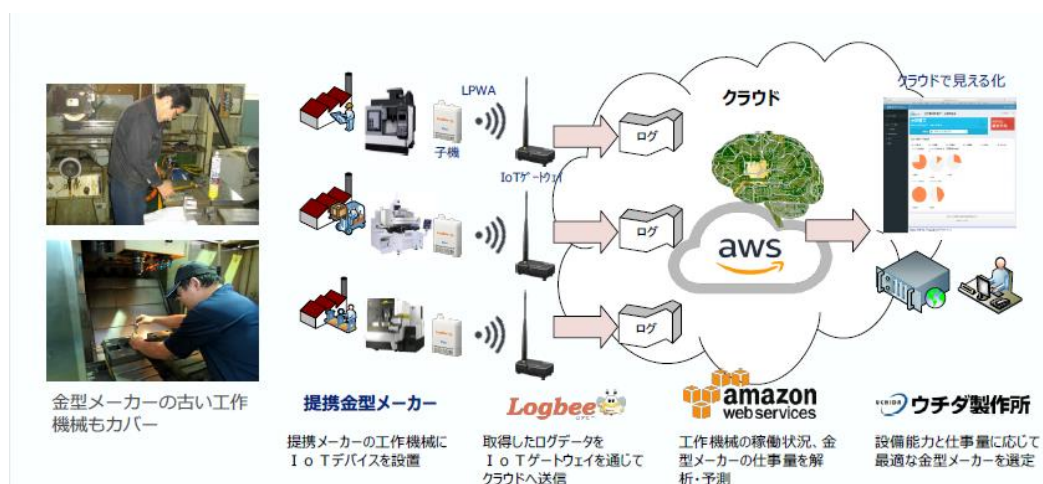
### (c) 金型産業は縦割りの狭い取引関係

中小金型メーカーは、金型ユーザと地域・業種ごとに縦割りの狭い取引関係にあるため、地域産業の金型需要の影響を受けやすく、経営が安定しなかった。そのため 3 次元 CAD や CAE 等設計者不足を補える最新設備への投資は困難であった。

## (3) 取り組みの成果

### (a) つながる工場の実現

同社は、つながる工場の取り組みに賛同するプレス加工金型メーカーや IoT デバイスメーカーと連携して、平成 28 年度補正予算「革新的ものづくり・商業・サービス開発支援補助金」(図 3.3.4)および平成 29 年度補正予算「ものづくり・商業・サービス経営力向上支援補助金」(図 3.3.5)を獲得し、付加価値のある金型の製作や金型製作の生産性向上を目指した「金型共同受注サービス」を開発した。提携する金型メーカーの製造設備に IoT デバイス取り付けて、設備の稼働状況をクラウド上で把握することで、各金型メーカーの仕事量を予測し、金型ユーザからの注文を取り付けたときに、金型メーカーの設備能力と仕事量に応じて最適な金型メーカーを選択できる。提携する金型メーカーは、保有する設備の稼働状況を提供することで、受注の機会が増加し売上げが増加する。提携する金型メーカーが増えて、つながる工場全体が仮想的に保有する設備の台数や種類が増えれば増えるほど、稼働率の高い設備の空きを獲得するチャンスが増えるため、金型ユーザにとっては、ワンストップで多種の金型を注文できるばかりか、短納期化も期待できる。



## 平成 28 年度補正革新的ものづくり・商業・サービス開発支援補助金事業として、IoT デバイスを開発し調査開始

図 3.3.4 平成 28 年度補正予算「革新的ものづくり・商業・サービス開発支援補助金」

[出典: (株)ウチダ製作所より提供された資料]

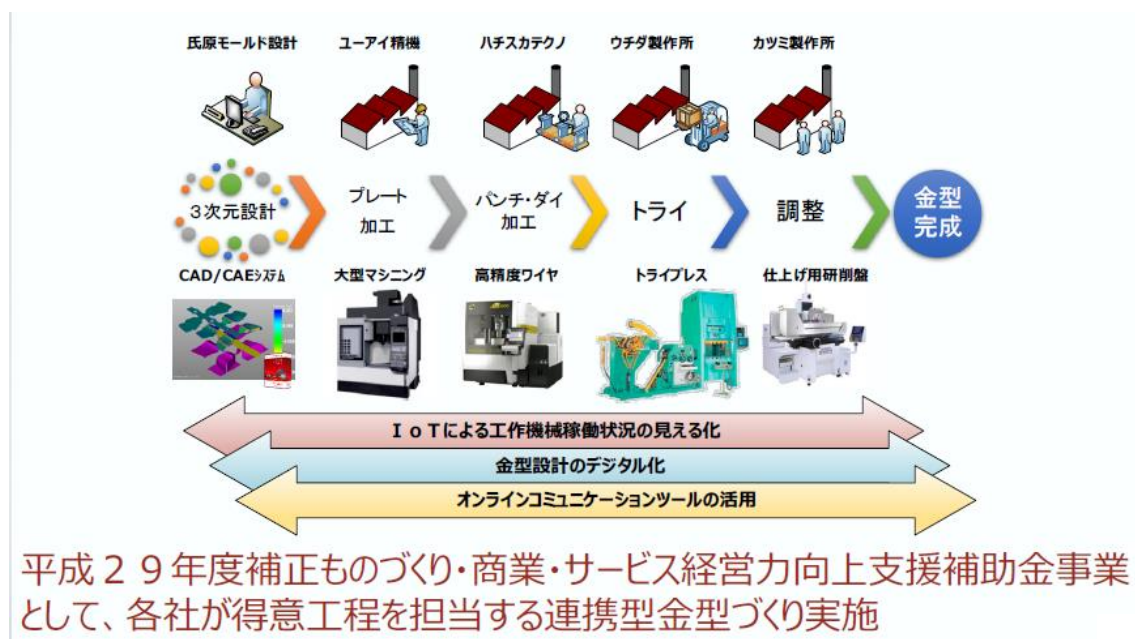


図 3.3.5 平成 29 年度補正予算「ものづくり・商業・サービス経営力向上支援補助金」  
 [出典:(株)ウチダ製作所より提供された資料]

(b) 遠隔ものづくりの実現

デジタル技術を活用することで、提携金型メーカーが地理的に離れていても問題がないことが分かった。汎用 IT ツールを使うだけで遠隔地のメーカーとも情報を共有でき、会議のために移動して直接顔を合わせて打合せをする必要がないことも実際にやってみてわかった。金型は空輸すればよいので、遠隔地でも物流の問題はない。輸送費を考えると、地域差による空き設備の活用メリットの方が大きい。

(4) 取り組みが成功した要因

(a) 金型ユーザと金型メーカー両方の視点

同社は金型メーカーであり金型ユーザでもあるため、ユーザとメーカーの両方の視点で課題をとらえて、関係する企業や支援機関に取り組みの価値を的確に伝えることができている。

(b) IoT やデジタル技術への造詣

同社社長は、前職の株式会社 NTT ドコモでユビキタスサービス事業の企画に携わっており、当時から、金型業界の「Connected Industries」がイメージできていたと考えられる。

(c) 金型メーカーの提携費用負担を低コストで実現

金型メーカーとの情報共有は、Chatwork 株式会社の製品 Chatwork を利用した。汎用の IT ツールであるため導入の手間がかからず利用料金も安い。設備の稼働状況を把握するための IoT デバイスはチトセ工業株式会社の製品 Logbee を改良し約 3 万円の買い切りで利用している。月額利用タイプはソフトウェアのアップデートなどのメリットはあるが、経営者にとっては買い切りのほうが手を出しやすく受けがよい。

(d) ステップを踏んで見極めながら実施

最初は、平成 28 年度補正予算「革新的ものづくり・商業・サービス開発支援補助金」を利用して「IoTとAIを活用した金型共同受注サービスの構築」を行った。金型メーカーの製造設備に IoT 装置を設置して、稼働状況の調査を行ったところ、地域により繁忙期がずれることが判明した。その結果から、高難易度金型製造は、地域の稼働率が下がっている工作機械を利用することで、愛知県・静岡県の金型ユーザの需要を充足させることができると考え、企業連合構築に向けて、一歩進めた。

平成 29 年度補正予算「ものづくり・商業・サービス経営力向上支援補助金」を利用した次の段階では、「コネクテッドインダストリーズによる金型の付加価値・生産性向上」をテーマに、4 社で設計、製造、調整を分担して、労働生産性の向上が見込めることを確認した。

(5) 今後の取り組み

2019 年 6 月に採択された令和元年度「商業・サービス競争力強化連携支援事業(新連携支援事業)」(図 3.3.6)の補助金を利用して、「IoT 技術を用いた高難易度プレス金型の最適手配サービスの構築」プロジェクトを開始している。

このプロジェクトでは、下記サービスの事業化を目指して、これまでの取り組み成果を充実させる。

- ① 最適金型メーカー選定サービスの構築
- ② 高難易度プレス金型設計サービスの構築
- ③ 品質保証・メンテナンスサービスの構築

(a) 最適金型メーカー選定サービスの構築

提携金型メーカーが増加してくると、受注の振り分けを人手で行うことが困難になるため、複数の提携金型メーカーの仕事をヒートマップによって、時系列や地域別、業種別に一目で把握できる WEB 解析システムを構築する。また、クラウドに蓄積されているログデータを AI に機械学習させることで、提携金型メーカーの繁忙期や工作機械の空き状況を予測できるようになり、金型メーカーのプロファイル情報を組み合わせていくことで、最適金型メーカーの選定サービスが実現できる。



### (b) 高難易度プレス金型設計サービスの構築

連携する金型メーカーが、要求通りの製品を安定的に成形できる金型を製造できるように、3次元CADのファイル形式、公差や加工法の指示方法を記した標準の金型製造手順書を作成する。また、製造する金型の成形性を正確に見込んで仕上げ時の調整が3回以内に収まるように、CAE解析精度を向上させる。本サービスを持続的に拡大していくためには、不足している金型設計者の育成が不可欠である。3次元CAD設計とCAEによるシミュレーションにより、保証度の高い設計技術を3年で修得できるように、金型設計者育成プログラムも合わせて構築する。時間の要する金型製造は提携金型メーカーで行うため、従来の2次元CADに比べて多数の金型設計・調整経験を積むことができる。

### (c) 品質保証・メンテナンスサービスの充実

提携金型メーカーが製造した金型の品質保証と、消耗部品の研磨や製造を行うために、新たなサービス工場を開設する。

金型の初期不良を防ぐために、実際のプレス機に提携金型メーカーが製造した金型を取り付けて、プレス機構が正常に動作することを確認する。次に板材を送り込んで製品を作り、製品の寸法精度が金型ユーザの検査規格を満たしているか確認する。

納品した金型は、ユーザ先で一定回数使用した後に引き取って、年複数回の定期メンテナンスを行い、金型部品が消耗した場合には研磨や再製造を行う。金型製造には繁忙期と仕事量の少ない時期があるため、消耗部品の製造は、仕事量が少ない時期に計画的に実施して提携金型メーカーの仕事量の平準化を図れば、製造コストを抑えた定額の年間メンテナンスサービスとして提供できる。



図 3.3.6 令和元年度「商業・サービス競争力強化連携支援事業(新連携支援事業)」

[出典:(株)ウチダ製作所より提供された資料]

\*1)「2019年版ものづくり白書」(経済産業省)

第2章第3節「世界で勝ち切るための戦略ーConnected Industriesの実現に向けてー」

([https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2019/honbun\\_pdf/pdf/honbun\\_01\\_02\\_03.pdf](https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2019/honbun_pdf/pdf/honbun_01_02_03.pdf))

に記載されたコラム(同社の紹介記事)を参照または引用

\*2) 出典: 碌々産業(株)「碌々友の会」会報誌「常(Tokoshie)」38号

(<http://www.roku-roku.co.jp/tokoshie/tokoshie38.pdf>)

## 4. まとめ

### 4.1 DX 推進の状況

DX 推進の状況については、事前調査段階では中小規模製造業の DX の取り組みは IoT による見える化の事例が多かった。一方でヒアリングした各社の取り組みでは、IoT の見える化から一歩踏み込み、稼働状況データの蓄積と活用による新たな取り組みや AI の導入など事例がみられた。各企業では、文献で記された課題はもとよりそれ以外の多くの課題を解決しながら DX を推進していた。3 章では、OT 系 DX 推進において、「マインドセット、企業文化の改革」等の共通の取り組み、「データ活用」、「企業間連携」、「製品・サービスの革新」という取り組みがあることを示し、その状況をまとめた。このような取り組みごとに、状況・課題・対応策を整理することで、これから DX に取り組む企業に有効な情報を提供できると考える。

一方で、DX として期待する「企業間連携」、「コトづくり」や「サービスビジネス化」という取り組みは、本格的に動き出すのはこれからという状況であった。補助金により最新設備を導入してデジタル化が進んでいるように見えるが、集めたデータ(蓄積されたデータ)から新たなビジネスを成功させるのは難しいといえる。「ものづくり」から「コトづくり」へ変革するには、各企業がやるべきことは多い。さらに将来的な取り組みの方向性についても検討を始める必要があり、これらは 1 企業で推進することが困難であり産学官の連携に中小規模製造業も積極的に参加する必要がある。また、企業を支援する組織としてもやるべきことはたくさんある。ドイツの Mittelstand Digital の取り組みは、ホームページに「組織をデジタル化する」「プロセスのデジタル化」「人とデジタル化」など具体的トピックスを明確化し、トピックごとに説明・事例・刊行物のリンクなどを示している。このような取り組みを国内でも推進すべきと考える。

### 4.2 『DX 推進指標 自己診断結果 分析レポート』との関係

2020 年 5 月、IPA は『DX 推進指標 自己診断結果 分析レポート』を発表した。本レポートでは、DX 推進指標の全体傾向、指標の各項目、企業の規模別に分析を行い、数値として表れた事実と、そこから得られた解釈・仮説について考察を行い、各企業における DX の実態について以下のような仮説・示唆が得られている。本項では DX 推進指標と本報告書の結果との共通点と相違点を示し、今後、中小規模製造業の製造分野で DX 推進指標を用いた自己診断の運用方法を検討する予定である。

#### 4.2.1 調査対象の相違点

『DX 推進指標 自己診断結果 分析レポート』と本事例報告書の調査対象の相違点は(1)生産(製造)設備を使う事業に絞ったこと、(2)主に中小規模製造業に絞ったことである。

以下に調査対象の企業規模の比較を示す。

従業員数の分布	事例報告書(14 社)の比率	DX 推進指標 自己診断結果 分析レポートの比率(272 社)
20 人未満	14%	4%
20 人以上 100 人未満	43%	6%
100 人以上 300 人未満	21%	17%
300 人以上 500 人未満	14%	8%
500 人以上 1,000 人未満	7%	9%
1,000 人以上 3,000 人未満	0%	19%
3,000 人以上	0%	31%
その他	0%	6%

#### 4.2.2 結果の共通点と相違点

『DX 推進指標 自己診断結果 分析レポート』では、先行企業(DX 推進指標の平均現在値が 3 以上の企業のこと)と一般企業(先行企業以外の企業)の差異を以下のように分析している。

- ・経営視点の指標において、先行企業の「危機感共有」の成熟度は「経営トップのコミットメント」の成熟度より高く、一般企業が先行企業となることを目指す上では、参考にするべき特徴である。
- ・IT 視点の指標において、先行企業の「廃棄」の成熟度が高く、レガシー問題への対応力が表出している可能性がある。

##### (1) 経営視点指標

『DX 推進指標 自己診断結果 分析レポート』では、DX 推進指標の現在値の平均値として「経営視点指標で成熟度の低い項目は、「No.4-3 評価の仕組み(1.02)」、「No.4-4 予算配分(1.06)」、「No.6-1 事業部門の人材(1.07)」、「No.6-3 人材の融合(1.09)」、「No.7-2 バリューチェーンワイド(1.10)」である。」こと、また、「これらの項目の成熟度を高めるには、ビジョンや経営トップのコミットメントに関する項目がトップダウンで進められることと比較すると、経営の仕組み、あるいは、企業文化に関する改革が必要となり、その推進においては現場への影響が大きい。特に人材関連については、中長期的な取り組みが成果として評価される項目である。このため、短期的な対策だけでは成熟度は高まらないと考えられる。」と書かれている。

今回の事例調査では「No.4-3 評価の仕組み」、「No.4-4 予算配分」、「No.6-1 事業部門の人材」、「No.6-3 人材の融合」について直接ヒアリングできていないが、上記で示されたトップダウンで進められる「No.3 経営トップのコミットメント」の重視とともに、企業文化に関する改革である「No.2 危機感とビジョン実現の必要性の共有」、「No.6 人材育成・確保」「No.4 マインドセット、企業文化」に対する取り組みも重視している企業が多かった。特に、「危機感」「明確な課題」「成果」の 3 つの共有を重視しており、「No.3 経営トップのコミットメント」とともに重要なものと考えられていた。ただし、「No.2 危機感とビジョン実現の必要性の共有」の成熟度が「No.3 経営トップのコミットメント」の成熟度より

高いという点については調査できておらず、今後の調査において明確化すべきポイントと考える。No.7-2「バリューチェーンワイド」に関しては、データ活用による新製品・新機能追加を設計部門から営業部門までのすべて部署が連携して実施していた。

## (2) IT 視点指標

事例報告書の調査では生産(製造)設備に絞ってヒアリングを行っており、IT システム全般における課題や対応を確認できていない。一方で、生産(製造)設備においては古い設備を利用している企業はなく、補助金などを活用して新しい設備への切り替えや IoT 機器を活用することで古い設備に対する見える化を可能としていた。DX に取り組んでいる中小規模製造業では生産(製造)設備におけるレガシー問題をクリアしている可能性がある。「IT システム構築の枠組み」は、中小規模製造業が大規模な IT システムを有していないことから自己診断の対象外と考えられるが、「IT システム」を「製造設備」と置き換えると、「データ活用」「スピード・アジリティ」「全体最適」などは、製造設備に対する導入・活用要件の見直しの視点となる。

### 4.2.3 DX 推進指標からみたヒアリング企業の状況

本調査においては「DX 推進指標」を直接利用しておらず、ヒアリングした各企業も「DX を推進している」という意識はなかった。一方で、各企業の取り組みを DX 推進指標に照らしてみると、「DX 推進指標の平均現在値」が高いと考えられるものが多く、ヒアリングを受けた各社は一般企業と比較して、DX 推進が進んでいると期待できる。

### 4.3 新型コロナウイルス感染防止などの「ニューノーマル(新常態)」への対応

新型コロナウイルス感染リスクを回避するための有効な手段として、テレビ会議システムなどのデジタル技術を活用したリモートワークが急激に拡大した。一方、報道によれば、中小規模企業の多くの工場の現場では、目視による機器稼働状況の確認や手作業による機器の設定変更などが必要なため、テレワークを実施できないという実態が明らかにされている。従来から取り組みが進められているが、今後、テレメータリング(遠隔測定)やテレコントローリング(遠隔集中監視制御)、さらには自動化ロボットなどの一層の導入促進を図り、現在のような社会状況にも対応しやすいようにしておくことが望まれる。また、これらの取り組みによる地域に限定されない/時間に限定されない/保有設備に限定されない/従業員に限定されない製造を可能とするリモート工場(図 4.3.1)への対応が、今後の成長のカギとなると予想される。ただし、製造分野の全活動をリモートで行うことは困難であるため、リモートワークを考慮しながら、段階的に DX 推進の取り組みを行う必要がある。また、調査で明らかになった人材関連の課題についても、デジタル技術を活用したリモートワークにより解決できる可能性がある。例えば、①遠方に住む専門人材をリモートで活用、②専門人材に地域に移住してもらい、これまでの仕事をリモートで行いつつ、地域の事業にもかかわってもらうなどである。このようにアフターコロナの「ニューノーマル(新常態)」に対応した DX 推進がますます重要となってきた。

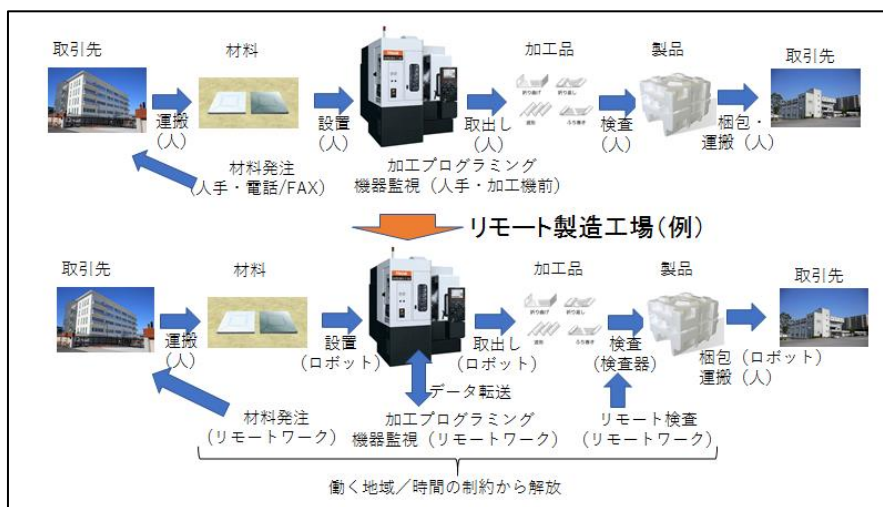


図 4.3.1 リモート工場

#### 4.4 今後の予定

3.3 節では、調査結果をもとにした DX 取り組みが成功した事例の特徴を全ての取り組みの必要条件となる共通事項と 4 つの取り組み単位で示した。今後の調査検討項目としては次のものがある。これらは、中小規模製造業の製造分野における DX 推進において重要な点であり、新型コロナウイルス感染拡大の現状を踏まえた事業への影響なども含めて、今後検討を進める予定である。

- 「中小規模製造業の製造分野における DX で目指す姿」
- 「中小規模製造業の製造分野における DX 推進を阻害する可能性のあるレガシー」
- 「レガシー刷新に対するモチベーション」
- 「中小規模製造業の製造分野における DX 推進指標の利用方法検討」

以上

**IPA**