

製造業のDXを阻む壁の乗り越え方 に関する調査研究

2023年（令和5年）3月

一般財団法人企業活力研究所

はじめに

一般財団法人企業活力研究所 ものづくり競争力研究会では、2009年度の研究会発足以来、我が国製造業が直面する重要な課題について調査研究を行い、2013年度以降は、「デジタル技術の活用がこれからの製造業のカギを握っている」との課題認識の下で、IoT、AI、DXをテーマとした調査研究活動に取り組んできました。

2018年9月に経済産業省から発行された「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～」において、国内のDXの取り組みの現状と課題について問題提起がなされ、2020年からのコロナ禍を経て、テレワークやオンライン会議の広がりとともにデジタルツールが急速に普及しました。近年のデジタル技術の進歩・発展の勢いは凄まじく、私たちの生活に急速に浸透してきた一方で、製造業におけるデジタル活用は一部を除いて思うようには進んでいないように感じられます。独立行政法人情報処理推進機構（IPA）の「DX推進指標 自己診断結果 分析レポート」によると、2020年度の調査においても、DX先行企業の割合は全体の8.5%に過ぎず、依然として9割以上の企業がDXに取り組んでいないか、散発的な実施に留まっていることが明らかになっています。

ものづくり競争力研究会においては、こうした問題意識の下、2021年度から2年度計画で本調査研究を行いました。「これだけDXが注目されているにも拘らず、未実施および散発的な実施が9割超は高過ぎる。なぜDXは進まないのか」という、素朴な疑問からのスタートでした。初年度は、研究会委員および有識者の意見を幅広く伺って論点整理を行い、第2年度に主に中堅・中小製造業を対象とした6社のケーススタディを実施しました。その際、研究会委員から「ブレーキをかけたままアクセルを踏んでも進まない」との示唆がありました。DXに向けてデジタルは強力なアクセルになりますが、ほとんどの企業の組織内に過去の成功体験や固定観念というブレーキがかかったままになっています。そこで、まずはそのブレーキを外すために「DX推進の『基盤づくり』」が必要であるという観点で、企業内部の組織マネジメント面に注目した分析・考察を行っています。DXをテーマとする専門書や調査レポートは比較的多いですが、組織文化や組織体制は各社各様であり、組織マネジメント面から共通要素をまとめるとどうしても一般論になりがちです。しかし、本報告書では、企業実務に携わる方々に一般論に留まらない具体的・直接的なヒントを提示することを目指して、第1部本編で研究会の分析・考察を取りまとめ、第2部ケーススタディ編でケーススタディ企業の取り組みをストーリー形式で追えるように整理しています。

第1部本編では、DXを《開始・実施する際のヒント》を4つ、《定着・進展させる際のヒント》を6つ、それぞれ取り上げ、「DXの『基盤づくり』を進めるための10のヒント」として提示しています。これからDXに取り組もうとする企業、取り組んでみたものの思うように成果が上がらないで悩んでいる企業において、自社の取り組みを点検する視点で活用していただきたいと考えています。

第2部ケーススタディ編は、まさにケーススタディ企業の各社各様のストーリーではありますが、DXが注目される以前からかなり時間をかけて取り組んできているという共通点が見られます。各社は、そもそもデジタルツールが世の中にあまり普及しておらず、社員がその操作に慣れるところから時間をかけて粘り強く取り組むなどの過程で知識と経験を蓄積してきました。VUCAの時代と言われ、先行き不透明で変化の激しい環境下ではありますが、今のデジタル技術を活用すれば、ケーススタ

ディ企業が費やした時間を大幅に短縮してキャッチアップすることが可能だと思います。本報告書のメッセージには、そうした思いも込めており、本報告書が、お読みいただく各社の企業活力向上の一助となることを願っております。

最後になりましたが、ケーススタディにご協力いただきました企業の皆様に厚く感謝申し上げます。

また、本調査研究にあたっては、座長の東京大学 未来ビジョン研究センター 客員研究員 小川紘一氏をはじめ、10名の有識者の方々に委員として参加いただきました。また、オブザーバーとして経済産業省 製造産業局 ものづくり政策審議室の皆様にも議論に加わっていただきました。

ここに、研究会に参加いただいた方々をはじめ多くの関係者の皆様に心から謝意を申し上げます。

2023年3月
一般財団法人企業活力研究所

目 次

第1部 本編.....	1
1. 調査研究の趣旨	3
(1) 問題意識	3
(2) 調査研究の実施概要	6
(3) 本報告書のメッセージ.....	8
2. 製造業でのDXを阻んでいる4つの「壁」	11
(1) 《経営における壁》 DXが自社の経営にどのように役立つのか分からない	11
(2) 《現場における壁①》 DXに対する不安感や不信感が強く、現場のモチベーションが高まらない	13
(3) 《現場における壁②》 DXに取り組みたくても、現場がデータやデジタル技術を使いこなせない	14
(4) 《現場間連携の壁》 DXに向けた取り組みが一部の現場に閉じてしまい、全社に広がらない	15
3. DXを阻む壁を乗り越えて「基盤づくり」を進めるための組織学習プロセス	17
4. DX推進の「基盤づくり」を進めるための10のヒント.....	19
(1) 開始・実施する際のヒント.....	19
① 身近な課題解決を目的に、まずはスモールスタートで始める.....	19
② システム構築の前に、業務全体をチャートに書き起こす	21
③ 課題の可視化・評価分析に必要なデータは測定基準を揃えた上で実測する	22
④ 外部パートナーは、長期的な協働関係を築くことができる業者を選定する.....	23
(2) 定着・進展させる際のヒント.....	25
⑤ DXに関する方針や進捗状況、成果などを頻繁に社内情報発信する.....	25
⑥ データを一元管理・閲覧できるシステム(ダッシュボード等)を構築する	26
⑦ 取り組みの成果に応じて経営資源を再配分する	27
⑧ 顧客に直結する業務管理データを、新製品・新サービス開発等の別の目的にも活用する..	28
⑨ 現下の大きな課題となっているCO2排出量を把握する取り組みにつなげる.....	28
⑩ 現場作業とデジタル活用の双方を橋渡しできる人材を内部育成する	29
5. DX推進に向けたさらなる展望.....	30
(1) ビジネスモデルの変革	30
(2) 企業成長を支えるDX人材の確保・育成	31
(3) 企業間のデータ連携を通じたビジネス・エコシステムの構築.....	32

第2部 ケーススタディ編	35
事例1:鍋屋バイテック会社.....	37
事例2:株式会社三松	42
事例3:旭鉄工株式会社 (i Smart Technologies 株式会社)	47
事例4:シナノケンシ株式会社	53
事例5:常石造船株式会社	59
事例6:株式会社ダイセル	65
委員コラム	71
「グローバルな外圧に対抗するためのDXの必要性」 市川 芳明 委員	73
「ポストコロナ時代のデジタル・トランスフォーメーション」 尾木 蔵人 委員	76
「製造業のDX化—日本特有の壁と打開策を考える」 三神 万里子 委員	78
参考資料	81
ものづくり競争力研究会(2021-2022年度) 開催日程	83
ものづくり競争力研究会(2021-2022年度) 委員名簿	86
2021年度 論点整理資料	88

第Ⅰ部 本編

1. 調査研究の趣旨

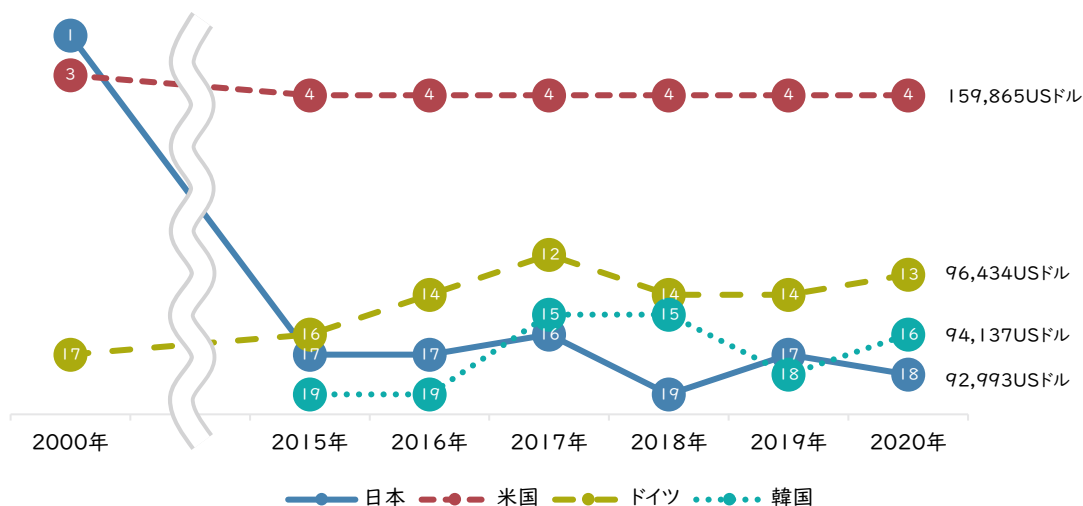
(1) 問題意識

我が国は、過去数十年間にわたって「ものづくり大国」としての地位を確固たるものとしてきた。2023年現在においても、製造業は、国内総生産（GDP）世界第3位を誇る日本経済を支える基幹産業である。

しかし、「失われた30年」という言葉が示すように、1990年代から日本経済の長期的な停滞が続いている。スイスのビジネススクールであるIMD（International Institute for Management Development：国際経営開発研究所）が1989年以降発表している「世界競争力ランキング（World Competitiveness Ranking）」によると、かつては世界1位だった日本の競争力は、この30年間で徐々に低下し、2022年には34位にまで落ち込んでいる¹。

製造業は、他産業に比べれば引き続き高い国際競争力を維持していると考えられるものの、かつての飛ぶ鳥を落とす勢いは陰りを見せている。たとえば、競争力を表す指標の1つとして労働生産性があるが、日本生産性本部によると、2000年当時はOECD加盟国でもトップだった我が国製造業の労働生産性は、2015年になると二桁順位へと後退し、以降は16～19位で低迷している。最新結果の2020年時点で、就業者1人当たりの名目労働生産性は92,993USドル（1,011万円）であり、これは米国の6割弱（58%）に過ぎない。また、わずかではあるが、我が国と同じく製造業を強みとしているドイツや韓国にも後れを取っている（図表1-1）。

図表1-1 製造業における労働生産性水準の順位推移（OECD加盟国から日米独韓4か国の順位を抜粋）



（出所）公益財団法人日本生産性本部（2022）「労働生産性の国際比較2022」、https://www.jpc-net.jp/research/assets/pdf/report_2022.pdf を元に作成

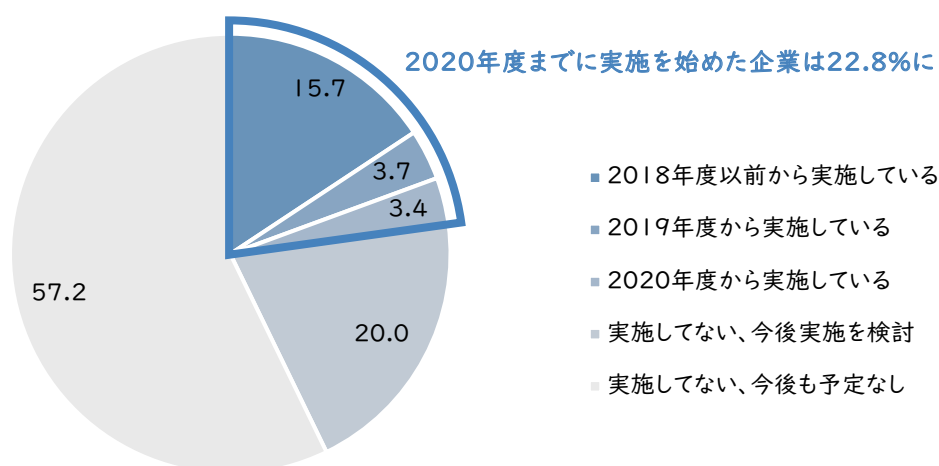
（注）韓国は2000年のデータなし

¹ 三菱総合研究所（2022）「IMD『世界競争力年鑑2022』からみる日本の競争力 第1回：データ解説編」、https://www.mri.co.jp/knowledge/insight/20220927_2.html

さらに、製造業だけに限らないが、ここ数年でビジネスを取り巻く環境が世界規模で急激に変化し、VUCAと呼ばれる時代が到来している。すでに丸3年以上経過しているコロナ禍や、ロシアによるウクライナ侵攻に伴うエネルギー価格高騰をはじめとして予期せぬ事態が次々に起こり、将来の見通しがますます立てづらくなっている。また、単に先行きが不透明なだけでなく、カーボンニュートラルやサプライチェーンの強靱化、人権尊重など、多様で複雑な課題について、今まで以上に企業の対応が求められるようになっている。

こうした厳しい状況の中で、我が国製造業を再び成長軌道に乗せるとともにビジネス環境の急激な変化にも柔軟に対応していくためには、「デジタル・トランスフォーメーション（DX）」がカギを握っている。すでに、DXの重要性については製造業に携わる人々の間でも共通認識となりつつあり、今やどの企業にとっても最重要の経営課題の1つである。事実、2010年代後半頃からDXに向けた取り組みは我が国の製造業の間でも徐々に浸透している。たとえば、総務省の「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」によると、DXに取り組む製造業は徐々に増加しており、2018年度以前から実施していた企業が15.7%だったのに対し、2020年度までに実施を始めた企業は22.8%となっている（図表1-2）。

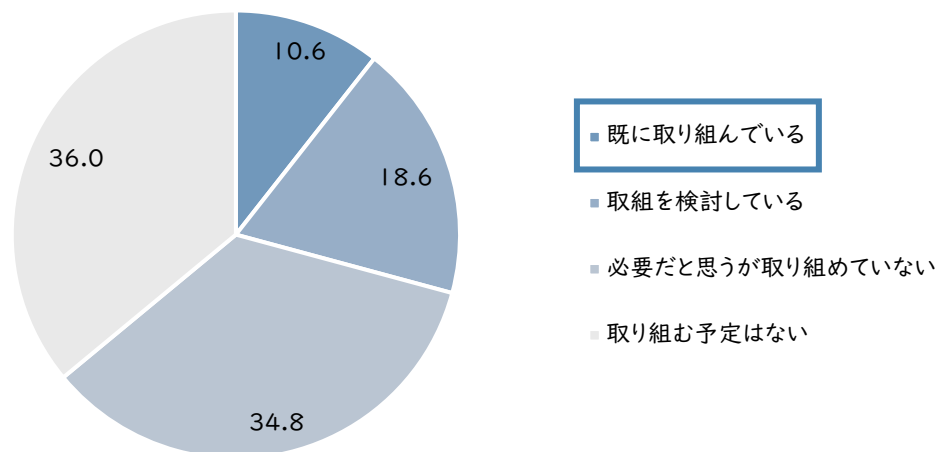
図表1-2 製造業におけるDXの取り組み状況（n=3,663）



（出所）総務省（2021）「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」、https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/r03_02_houkoku.pdf、p.41を元に作成

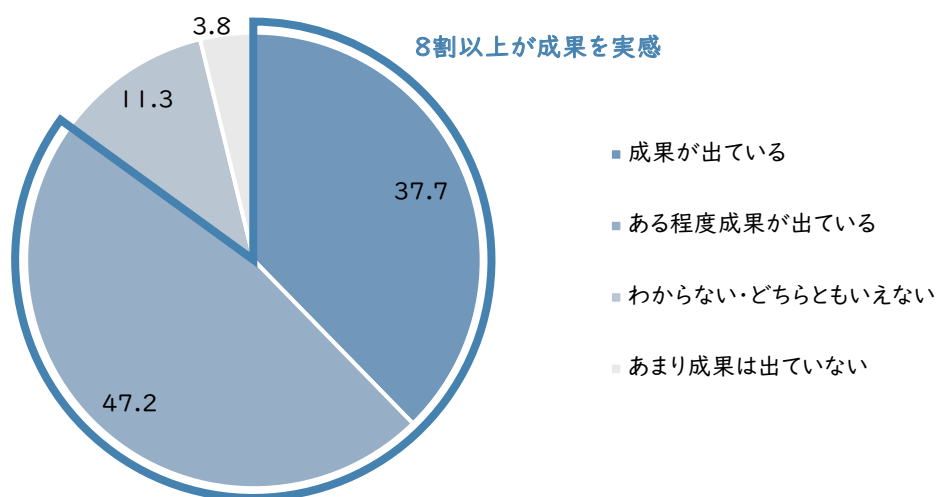
こうしたDXに向けた取り組みの広がりは、中堅・中小製造業も例外ではない。独立行政法人中小企業基盤整備機構（中小機構）が実施した「中小企業のDX推進に関する調査」では、中小製造業の10.6%がDXにすでに取り組んでおり、さらにそのうちの8割以上が「成果が出ている」もしくは「ある程度成果が出ている」と回答している（図表1-3、1-4）。

図表1-3 中小製造業におけるDXの取り組み状況（n=500）



（出所）独立行政法人中小企業基盤整備機構（2022）「中小企業のDX推進に関する調査 アンケート調査報告書」、https://www.smrj.go.jp/research_case/research/questionnaire/favgos000000k9pc-att/DXQuestionnaireZentai_202205_1.pdf、p.8を元に作成

図表1-4 中小製造業におけるDXの成果状況（n=53）



（出所）独立行政法人中小企業基盤整備機構（2022）「中小企業のDX推進に関する調査 アンケート調査報告書」、https://www.smrj.go.jp/research_case/research/questionnaire/favgos000000k9pc-att/DXQuestionnaireZentai_202205_1.pdf、p.11を元に作成

しかし、成果と言っても、ビジネスを一変させるような目覚ましい成果を得ている製造業は、まだまだごく僅かだと考えられる。2023年3月に独立行政法人情報処理推進機構（IPA）から公表された『DX白書2023』では、「進み始めた『デジタル』、進まない『トランスフォーメーション』」というサブタイトルが付されており、日本企業は、「デジタイゼーション」や「デジタライゼーション」に相当する領域²では米国企業と遜色ない割合で成果を上げている一方で、「デジタル・トランスフォーメー

² 経済産業省（2020）「DXレポート2（中間取りまとめ）」（<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004-2.pdf>）によると、デジタイゼーションは「アナログ・物理データのデジタルデータ化」、デジタライゼーションは「個別の業務・製造プロセスのデジタル化」と定義されている。（p.34）

ション」に相当する領域では米国企業との成果差が依然として大きいと分析されている³。また、製造業の場合は、サービス業とは異なり、データ活用を通じた収益化の方法がいまだ確立されていない可能性があるとの研究結果⁴もあり、DXに向けて乗り越えなければならない壁が他産業と比べても数多く残っている現状がうかがえる。

(2) 調査研究の実施概要

そこで、一般財団法人企業活力研究所 ものづくり競争力研究会では、我が国製造業のDX推進を阻んでいる壁はどこにあり、その壁を乗り越えるにはどうすれば良いのかに関する調査研究を2年度にまたがって実施することとした。

2021年度(1年目)の調査研究では、本研究会の委員をはじめとする合計11名の有識者から製造業のDXを阻んでいる壁とその乗り越え方について幅広く問題提起いただき、「論点整理⁵」という形で取りまとめを行った。

2022年度(2年目)の調査研究では、「論点整理」の結果を踏まえ、主に中堅・中小製造業を対象としてケーススタディを実施した。今回のケーススタディで取り上げた6社⁶は、全国のDX事例の中からインターネット等により公表情報を幅広く収集して候補先リストを作成し、その上で、事前インタビュー等を通して実名での情報公開に了解いただいた企業から選定している。ケーススタディでは、いずれの企業からも積極的な調査協力が得られたため、外から見ているだけでは十分に把握できない内部の組織マネジメント面にまで踏み込んだ分析・考察を試みている。

なお、これら6社の具体的なDXの取り組み内容については、第2部のケーススタディ編を参照いただきたいが、次頁では、まず、各社がDXを通じて得た主な成果を紹介しておきたい。後述するように、DXを阻んでいる壁を乗り越えるためには、地道な組織学習プロセスを粘り強く進める必要がある。しかし、そうした組織学習プロセスの先には大きな成果が待っていることを最初に感じ取っていただき、その上で本報告書を読み進めていただければ幸いである。

³ 独立行政法人情報処理推進機構(2023)『DX白書2023』、p.107

⁴ 立本博文、平井祐理、稲庭史彦(2021)「産業別にみた企業のデータ活用能力と事業成果の関係性についての実態調査」、『研究技術計画』、Vol.36、No.1、pp.13-14

⁵ 2021年度の「論点整理」については、その本文および概要資料が、企業活力研究所HP(https://www.bpfj.jp/report/manufacturing_r03/)で公開されている。

⁶ 6社の中には、大企業に分類される製造業もあるが、中堅・中小製造業にも広く参考になる取り組みを進めて大きな成果を上げているため、今回のケーススタディに含めて調査研究を実施することとした。

ケーススタディ企業がDXを通じて得た主な成果

◆鍋屋バイテック会社

- ・ITコンサルタントやITベンダーとの協働関係を構築し、パートナーと一体になったDX推進体制を実現している。
- ・「ITは外部業者に委託すれば良いのでは」という考え方から脱却し、IT人材やDX人材の社内での育成に前向きなコンセンサスが醸成された。
- ・国内市場向けの「多品種微量生産」と海外市場向けの「中量生産」という異なるニーズに無理なく対応できるような基幹システムへの移行を完了しつつあると共に、データを武器とする「データドリブン経営」に向けても動き出している。

◆三松

- ・社員の言う「この仕事難しいです」が計数データとして見える化できたことで、勘や経験に頼らない経営判断が可能になった。
- ・月間製造10万点のうち70%が1点モノという特徴的なビジネスモデルを効率良く支える生産管理システムSINSを構築。2010年比で売上高が約2.5倍、営業利益率が約2倍に上昇している。
- ・IT人材の育成・定着に注力して取り組んだ結果、自社開発したシステムの外販および改善コンサルティング事業やロボットSIer事業など、デジタル技術を活かした新規ビジネスが可能になった。

◆旭鉄工 (i Smart Technologies)

- ・カイゼンを「罰ゲーム」と呼んで嫌々取り組んでいた組織風土から、社員全員が楽しみながら積極的にカイゼンの知恵を出し合う組織風土へと変わることができた。
- ・自社開発したIoTモニタリングサービスiXacsの導入により、2015年から2018年にかけて100の製造ラインで平均43%の生産能力向上、労務費の年4億円削減、設備投資の累計8億円節減を達成した。さらに、iXacsにCO2排出量を可視化できる機能を追加し、電力料金単価が高騰して経営を圧迫する中で26%の電力消費量削減にも成功した。
- ・2016年に設立した新会社では、iXacsの外販に加えて、カイゼンや脱炭素に向け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。

◆シナノケンシ

- ・間接業務の効率化(S-BPI活動)において、「素直にやってみる」「過去は問わない」「対案なき反対は賛成」というスローガンを掲げた結果、同活動だけでなく、社内全体の組織風土として定着した。
- ・10年間にわたるS-BPI活動により、累計501,294時間もの有効工数削減を達成した。さらに、間接部門ではRPA導入も進めており、1日当たり480分もかかっていた受注管理業務を僅か10分(98%減)に短縮できた。
- ・部門横断、拠点横断でS-BPI活動を展開し、社内で別々に構築されていた3つの間接材発注システムを1つに統合・刷新。紙文化から脱却すると共に大幅な業務時間短縮に成功した。

◆常石造船

- ・「小さく素早く始めて、大きく育てる」という方針の下、ITベンダーに依存せず自前で工場のデジタル化を進めた結果、誰もが楽を感じる仕組みや、成果を「見える化」してモチベーションにつなげる仕組みが社内浸透していった。
- ・設計不具合共有システムに蓄積したデータを解析して不具合予測に活用した結果、不具合発生を85%も削減することに成功した。
- ・海外も含む拠点間で施工標準を統一して3次元CADを全面入れ替えた結果、各拠点のエンジニアが、遠隔でリアルタイムに連携できるコンカレント設計体制が実現した。

◆ダイセル

- ・「ダイセル式生産革新」に取り組む中で、ミドル層が現場の部分最適から離れ、全体最適の視点で変革を主導する「ミドルアップ、ミドルダウン」の組織文化が定着していった。
- ・「ダイセル式生産革新」では、ベテランから抽出された840万もの意思決定フローを8種類・41動作に標準化した上で運転支援システムに落とし込んだ。その結果、約750名が所属していた網干工場を約300名で運用できるスリムな体制に合理化できた。
- ・2020年にはAIも活用した「自律型生産システム」を開発。日々のトラブル対応の負担が軽減できたため、働き方改革や顧客対応力強化につながっている。

(3) 本報告書のメッセージ

DXの本質は、データやデジタル技術を活用した「イノベーションの創出」にある。特に、製造業が扱う「産業データ」は、その活用があまり進んでいない未開拓の分野であるため、イノベーションが生まれる余地がまだ多く残されている。すでにGAFAMをはじめとする巨大テック企業によって飽和しつつある「インターネットデータ」の市場よりも、今後の企業成長に資する潜在可能性は高いとさえいえる。

しかし、既存の製造業が、すぐさまデータやデジタル技術を活用してイノベーションを創出するのは非常にハードルが高い。そこに辿り着くまでの過程で、データ活用や組織・体制に起因する壁が幾重にも立ちはだかるため、まずはそれらを乗り越えるところから始めなければならない。

こうしたDXを阻んでいる壁を乗り越えるには、組織学習によって組織能力を高め、社内の組織的な基盤を再編成すること(=「基盤づくり」)が必要になる。この「基盤づくり」こそが、製造業がDXに取り組む際に目指すべき最初のゴールであるというのが本報告書の主たるメッセージである。なお、「基盤づくり」は、DXの第一歩であって、単なるデジタル化とは明確に異なる。「基盤づくり」は、現場⁷主導の課題解決の積み重ねを通じて進み、組織文化や組織体制・制度、業務フロー、人材など、組織内部に大きな「変革(トランスフォーメーション)」を引き起こすからである。逆にいえば、データやデジタル技術を用いているだけで、こうした変革が組織内部に生じていない場合は、DXはまだ始まってすらいないと考えるべきである。

「基盤づくり」の結果、「高度に専門化・分業化された現場の集合体」である製造業の組織としてのあり方が様々に変化する。各現場は、データやデジタル技術を有効活用しながら、素早く、かつ継続的に新しい課題解決にチャレンジできる集団へと変貌し、また、現場間の縦割り構造が解消されてデータやデジタル技術の活用が全社横断的に行われるようになる。このような組織的な「基盤」が整って初めて、DXを阻んでいる壁を乗り越えたことになるし、さらには、DXの本質である「イノベーションの創出」にも着手できるのである。

ただし、優秀な現場を抱える我が国製造業であっても「基盤づくり」に至るまでの組織学習プロセスはそう簡単には進められない。社内で様々な意見調整が求められ、また、多くの経済的・時間的・労力的なコストも発生する。したがって、そもそも組織学習プロセスが開始できなかつたり、途中で挫折したりといった事態がしばしば起こりうる。こうした事態を避けるためには、組織学習プロセスが「自律的」に回るような仕掛け(=「好循環の内的メカニズム」)を生み出さなければならない。

本報告書では、こうした「好循環の内的メカニズム」を生み出すための創意工夫を、ケーススタディを通じて抽出し、その上で「DX推進の『基盤づくり』を進めるための10のヒント」として提示している。その詳細は第4章で述べるが、まずは、次頁でその概要をご覧いただきたい。

⁷ 本報告書では、「製造現場に限らず、営業部門や研究・開発部門など、人が組織的に介在して価値を生み出しているところは全て現場として捉え直す」という過去の報告書で採用した「現場」の定義を引き続き踏襲している。一般財団法人企業活力研究所(2021)「デジタル技術を活用した製造業の新たな企業成長のあり方に関する調査研究—製造業のデジタル化を通じた企業変革(DX)の分析—」、p.9

DX推進の「基盤づくり」を進めるための10のヒント

(1) 「基盤づくり」をスムーズに《開始・実施する際のヒント》

- ① 身近な課題解決を目的に、まずはスモールスタートで始める。現場の課題を出来るだけ洗い出し、その中から比較的短期間に結果が出そうなテーマを抽出するところから取り組みを開始する。
- ② システム構築の前に、業務全体をチャートに書き起こす。この段階で、作業の無駄や重複を発見して業務プロセスの見直しを行うとともに、手順の標準化や用語の統一を図っておくことが、効果的なシステム構築につながる。
- ③ 課題の可視化・評価分析に必要となるデータ（装置の稼働時間、従業員の待機時間等）は測定基準を揃えた上で実測する。まずは実際にデータの収集・分析を始めることが現場の現状把握と課題の絞り込みにも役立つ。
- ④ 外部パートナー（ITコンサルタント、ITベンダー等）は、DX関連の専門的な技術・知識を提供してもらうだけでなく、経営手法やノウハウを学び、長期的な協働関係を築くことができる業者を選定する。そのためには、事前の綿密な情報収集と入札等の選定プロセスが重要である。

(2) 好循環を生み出して、「基盤づくり」を《定着・進展させる際のヒント》

- ⑤ DXに関する方針や進捗状況、成果などを頻繁に社内に情報発信し、社員がDXに関する関心を高め、経営層の方針・考えが現場に浸透するよう継続的に働きかける。
- ⑥ データを一元管理・閲覧できるシステム（ダッシュボード等）を構築し、各現場で入力・収集したデータがどのように活用されているかを「見える化」する。全社ベースで情報共有することで、社内のコミュニケーション促進と全体最適に向けた新たな課題の発見にもつながる。
- ⑦ 取り組みの成果が得られ始めたら、それに応じて経営資源を再配分する。特に、業務効率化等で余裕が生まれた部門から、新規事業の立ち上げや顧客接点の強化に関わる部門へと人材を配置転換する取り組みが有効である。
- ⑧ 顧客に直結する営業部門の活動状況を含めた業務管理データを社内で広く共有し、新製品・新サービス開発等の別の目的にも活用する。
- ⑨ 機械や設備の稼働データを把握する取り組みを、現下の大きな課題となっているCO2排出量データを把握する取り組みにつなげる。
- ⑩ DXを進展させるためには、現場作業とデジタル活用の双方を橋渡しできる人材が不可欠である。この橋渡し業務を担わせようとする人材には、現場作業への継続的な関与とIT教育を並行して行い、「翻訳人材」として内部育成する。

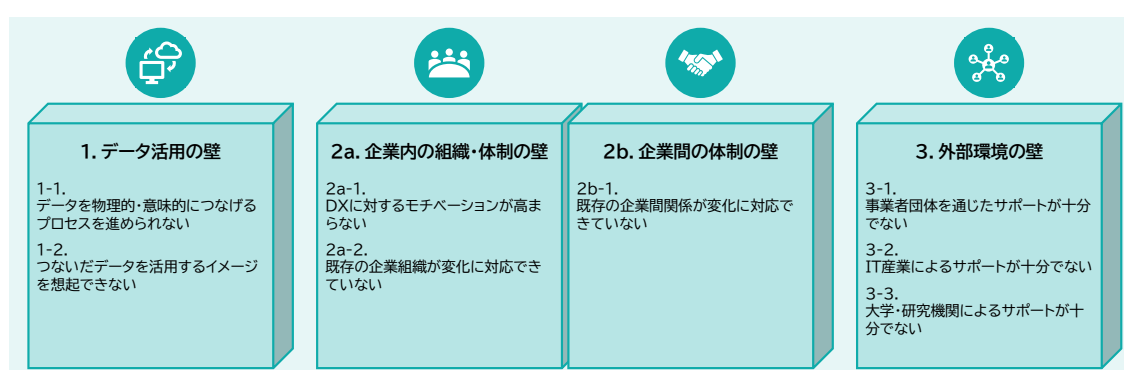
また、DXに関する既存資料は、網羅的ではあるが抽象的な表現が多く参考にしづらい面がある。そこで、本報告書では、実務に適用しやすいヒントとなるよう、具体的・直接的な形での提示を強く心掛けている。実際にDXに取り組むにあたり、自社のビジネス環境やビジネスモデルに合いそうなヒントだけでも取捨選択しながら参考にいただければ幸いである。

なお、今回取り上げたケーススタディ企業6社には、DXという言葉が存在していなかった十数年以上も前から時間をかけて取り組みを進めた事例も含まれていることに一定の留意が必要である。DXは組織学習を通じて進むため、長期的な視点に立った取り組みが求められるのは事実であるが、変化が激しい現在のビジネス環境では、ケーススタディ企業ほどの時間的猶予は残っていないと考えられる。したがって、今からDXを開始する企業においては、近年ますます身近で便利になってきている様々なデジタルツールを有効活用しながら、ケーススタディ企業以上にスピード感を持ったDXの推進が求められるだろう。

2. 製造業でのDXを阻んでいる4つの「壁」

昨年度の論点整理では、委員をはじめとする有識者からの意見を参考に、製造業でのDXを阻んでいる壁を様々な角度から大局的に捉え直し、「1. データ活用の壁」、「2a. 企業内の組織・体制の壁」、「2b. 企業間の体制の壁」、「3. 外部環境の壁」の4点に分類した（図表2-1）。論点整理では、個々の企業で対応が求められる壁だけでなく、業界全体、さらには他業界や研究・教育機関なども巻き込んだ対応が求められる壁についても指摘しており、製造業のDXを阻んでいる壁の全体像を把握できる内容となっている。

図表2-1 製造業でのDXを阻んでいる壁（2021年度論点整理）



（出所）一般財団法人企業活力研究所（2022）『『製造業のDXを阻む壁の乗り越え方に関する調査研究』論点整理 概要』、
https://www.bpfj.jp/report/manufacturing_r03/、p.2

今年度のケーススタディでは、論点整理で示した全体像を踏まえつつも、各企業内部の組織マネジメント面の動向に特に焦点を当て、各社が具体的にどのような壁に直面したのかを丹念に聞き取りながら調査研究を実施している。DXを阻んでいる壁と聞くと、データやデジタル技術に関する高度な専門知識の不足を真っ先に思い浮かべる読者が多いかもしれない。しかし、実際のところ、ケーススタディ企業のDXを阻んでいる壁の核心は、そうした専門知識の不足などではなく、むしろ人と人、現場と現場の関係性の中で生じる組織的な問題であった。以下では、ケーススタディを通じて抽出した組織的な問題を「製造業でのDXを阻んでいる4つの『壁』」として提示することとする。

（1）《経営における壁》

DXが自社の経営にどのように役立つのか分からない

DXが今後の企業成長のカギを握っているとの考えは、すでに製造業の間でも共通意識となりつつある。また、こうした共通認識を反映してか、DXの定義や目的、実践手法に関する解説や手引きはすでに数多く存在しており、情報収集が容易になっている。

しかし、「言うは易く行うは難し」である。DXが自社の経営にどのように役立つのかを明確に理解した上で、具体的なビジョンやロードマップへと落とし込む作業は非常に難しく、《経営における壁》となっている。特に、中堅・中小製造業の場合、CIO（Chief Information Officer：最

高情報責任者)やCDO(Chief Digital Officer:最高デジタル責任者)が不在の企業が大半であるため、DXが自社の経営にどのように役立つのかをはっきりと説明できる経営幹部がないほうがむしろ一般的である。

その結果、DXに対する理解が不十分なままに取り組みが進められ、「とにかくDXをしよう」という号令だけに終始してしまったり、IoTやAIといった流行のデジタル技術の導入それ自体を目的化してしまったりといった失敗につながりやすい。また、DXへの理解不足がかえって過剰な期待を生み、取り組みが停滞するとすぐに社内に幻滅が広がってしまったという失敗事例もしばしば散見されている。

DXが一種の「パスワード」になっている現在、以上のような形でDXが一人歩きしてしまう危険性は以前にも増して高まっている。したがって、今からDXを開始する企業ほど、ここで挙げた《経営における壁》に留意しながら取り組みを進める必要がある。

◆鍋屋バイテック会社

- ・一部の役員と社員の間で、DXを進めるためには基幹システムの刷新が必要との危機意識が共有されていた。しかし現在のビジネス環境に最適化されていて問題なく動いている基幹システムをなぜ刷新する必要があるのか、社内コンセンサスを得ることは非常に困難だった。さらに、当時のITベンダーから提示された多額の開発経費(数億円)と長期の開発期間(約4年半)もそういった困難さに拍車をかけた。

◆三松

- ・レーザー加工機を九州地域で他社に先駆けていち早く導入し、受注が増えたという成功体験があったため、それと同じ発想で1993年にオフィスコンピュータ(オフコン)を導入した。しかし、そもそもの目的が明確でないままの導入であったため、すぐに誰も使わなくなった。1997年の現社長入社を機に改めて再稼働を検討したが、その際も目的は定まっていなかった。

◆常石造船

- ・造船業界の現場は、依然として人間の労働力に依存する労働集約型であり、かつ雨や風といった天候に工程を左右されるのが当たり前という状況だった。一方で、近年は、マイクロコンピュータやセンサー、モジュールが個人レベルでも入手可能で、スマートフォンをはじめとするモバイル端末も普及し、多種多様なオープンソース・ソフトウェアがネット上で公開されている。このようなデジタル革命が進展している中で自分たちも何かを始めなければという焦りがあった。

◆ダイセル

- ・1990年代半ば、現社長の小河氏(当時課長)を中心にミドル層が集まり、主力工場である網干工場の生産革新を検討した。その検討結果を踏まえ、今日で言うDX戦略に該当するような計画を同社の中期戦略に盛り込もうとしたが、一部の役員から大反対にあった。経験の浅い社員でもベテランに近い判断ができるようにノウハウや機密事項をデジタル化し、工場内を機能別到大規模統合するという提案だったが、「主力工場をIT化して潰すのか」と本気で心配する声が上がった。

(2) 《現場における壁①》

DXに対する不安感や不信感が強く、現場のモチベーションが高まらない

DXの取り組みが実際に行われるのは現場である。したがって、経営幹部がDXに関するビジョンやロードマップを明確に定めたとしても、それぞれの現場で働く社員が十分に腹落ちし、モチベーションを高く持って具体的に取り組まない限り、DXは「絵に描いた餅」のままである。

しかし、DXに限らず、今までにない新しい取り組みに対して何の抵抗も示さずにすんなりと受け入れられる社員はほとんど存在しないだろう。これが《現場における壁①》となっている。

特に、製造業の現場では、伝統的に「現地・現物」を重んじてきたこともあり、DXを進めることで既存の「ものづくり」の強みが失われるのではないかという漠然とした不安感が生まれやすい。現場での経験が豊富な社員であればあるほど、1つ1つの作業や工程の背後に容易には真似できない優れた職人技や暗黙知があることを体感的に理解している。そのため、職人技や暗黙知をデータやデジタル技術では完全には置き換えられないと危惧したり、無理に置き換えるとかえって価値が損なわれるのではと心配に思ったりするのは、むしろ自然な発想である。

また、DXという言葉が脚光を浴びる以前から製造業のデジタル活用は現場の一大テーマであった。そのため、上意下達でDXの号令がかかっても、現場は「またか」、「もうコリゴリだ」と感じてしまうだろう。特に、経営層が交代するたびに現場の方針も変わるとの疑念が社内にある場合は、より強い不信感となって表れる恐れさえある。

さらに、こうした不安感や不信感が少なかったとしても、製造業の現場は、昨今の人手不足とも相まって既存業務で手一杯になっているところが多い。疲弊した現場に向けて既存業務をしながらDXにも取り組んでもらうのはハードルが高いと考えられる。

◆三松

- ・ 1993年のオフコン導入時から「中小企業なのにいったいコンピュータで何をするの？」と社員は首をかしげていた。また、1997年以降、オフコンの再稼働検討をきっかけに生産管理システム（後のSINS：三松統合生産管理システム）の構築を進めていたが、その際、現場にデータ入力をさせようとする「自分はこんなことをするために三松に入ったのではない」「こんなのは仕事ではない」「ついていけない」との反発が生まれ、2名の社員が辞めてしまった。

◆旭鉄工 (iSTC)

- ・ 現社長の木村氏が2013年に後継者として入社してすぐに、「時間当たりの出来高の向上による労務費の削減」を目的に「カイゼンプロジェクト」を立ち上げた。しかし、最初の1年間はやらされ感が満載で社員は嫌々取り組んでいた。労務費の削減に向けて徹底した指示を出すところからスタートしたので「なんでそんなことを言われなければならないのか」と反発する社員もいた。

◆ダイセル

- ・ 「ダイセル式生産革新」への取り組みを始めた当初、現場からは「またか」という反発を受けた。現場では、以前からTPM (Total Productive Maintenance) 活動を始めとして様々な取り組みを実施してきたが、工場長が変わるたびに方針転換があるなどしていたために今回も上層部の意向に振り回されるのではないかという不信感があつた。

(3)《現場における壁②》

DXに取り組みたくても、現場がデータやデジタル技術を使いこなせない

DXに対する不安感や不信感を解消して現場がモチベーション高く取り組めるようになったとしても、それだけではまだDXは進められない。今までデータやデジタル技術とは無縁だった現場が、すぐにそれらを活用できるわけではないため、《現場における壁②》が立ちはだかる。

特に、日本の製造業の場合、IT機器やインターネットが急速に普及する以前からビジネスを営んでいた老舗企業が大半である。それゆえ、データやデジタル技術の活用をあまり想定していない現場が数多く残っている。たとえば、多くの製造現場で機械や設備の老朽化が進んでおり、計器のメーターがアナログ式でデータ出力ができなかったり、通信機能が標準で備わっておらずデータ収集に使えなかったりといった事態がしばしば起きている。結果として、データやデジタル技術を使うのは面倒だから今のままでも良いという判断につながりがちである。

さらに、より深刻な問題として、製造業には、データやデジタル技術に詳しい人材が圧倒的に不足している。特に、中堅・中小製造業の場合は、そもそもIT部門を持っている企業自体が稀であり、また、仮にIT部門があったとしても、既存のIT機器やITシステムの運用・保守を中心に「便利屋」的に扱われている場合が大半である。それゆえ、IT人材の定着率が高まらず、スキルを持った社員がすぐに離職してしまうといった悪循環にもつながっている。

ただし一方で、製造業が時間をかけて培ってきた「現場力」にデータやデジタル技術の側が追いついていないのもまた事実である。製造業の現場では、高度な技能と経験を持った職人たちが、その時々状況に合わせて臨機応変に「すり合わせ」を行い、品質と性能に優れた製品を「作り込んで」きた。近年は変化が見られ改善されつつあるが、つい数年前までは、こうした「すり合わせ」や「作り込み」の良さを損なうことなく、現場ですぐに活用できるようなITシステムはほとんど存在しておらず、あったとしても中堅・中小製造業には非常に高価だった。また、現場での運用に無理やり合わせて、ITシステムを過度にカスタマイズした結果、徐々に複雑化・ブラックボックス化してしまったという問題も起こっている。

さらに、DXを進める上で重要なパートナーとなるITコンサルタントやITベンダーにも製造業に詳しい人材は不足しており、現場におけるデータやデジタル技術の活用の足かせになっている。ITコンサルタントやITベンダーに外注すると、製造業特有のビジネスモデルや業務フローを説明するところから始めなければならず、時間と費用ばかりかかるというネガティブな印象を持っている製造業者は少なくない。また、優秀なITコンサルタントやITベンダーが見つかったとしても争奪戦であり、なかなか中堅・中小製造業までは回ってこないのが実情である。

◆鍋屋バイテック会社

- ・多品種微量生産・即納という特殊なビジネスモデルに適合する基幹システムを構築し、その時々事業環境に合わせて改修を繰り返してきた。その結果、基幹システムが複雑化・ブラックボックス化してしまい、かえってDX推進を阻む壁として立ちはだかってしまった。
- ・自社のDX構想に対応できるITベンダーを探したが、優秀な業者はどれも多忙で、なかなか見つかることができなかった。また、IT人材の獲得を積極的に行っていなかった時期があり、「ITは外部業者に委

託すれば良いのでは」という意見も出るほどであった。そのため、ITコンサルタントやITベンダーの提案を現場の業務に落とし込んで説明できる「翻訳者」のような人材も不足していた。

◆三松

- ・ ITベンダーにオフコンのシステム開発を依頼して原価管理に活用しようとしたが、そもそも社内にコンピュータを理解できる社員はゼロだった。ITベンダーとのやりとりは、「CADが扱えるので、システムも分かるだろう」という理由で当時の設計課長に任せきりであった。そのうちに誰もデータ入力しなくなり、多額の開発費を投じたオフコンは1か月もたたないうちに使われなくなった。

◆旭鉄工 (iSTC)

- ・ IoTを活用したカイゼン活動に取り組むに当たり、教本を読んだり、展示会やセミナーに参加したりして市販のIoTシステムを探し回った。しかし、市販のIoTシステムには、①大がかりで高価、②古い機械や設備には対応できない、③現場が欲しいと思うデータを集められない、といった問題点があり、自社で活用するのが難しかった。そのため、「欲しいものは自分たちで作ろう」と内製化によるシステム開発を決断したが、社内にITに詳しい人材が揃っていたわけではなかった。

◆ダイセル

- ・ 2000年に導入された「ダイセル式生産革新」は着実に成果を上げていたが、「知的統合生産システム」で対応可能なトラブルは主に事後対応で一部に過ぎず、現場でおこなわれている作業の8割は予防作業として当たり前の作業として依然として人が対応していた。8割の現場作業に対応可能なシステムを構築するには、非常に複雑な演算が求められ、かつ抽出したノウハウから最適解を導く検証も必要だったため、すぐさまシステムに落とし込むというわけにはいかなかった。

◆シナノケンシ

- ・ 収益性改善のために間接部門の効率化を図りたいと考えていた。しかし、間接部門は、工場のような直接部門と異なり、各社員がどのような作業をしているのかが見えにくい。そのため、「同じような資料を他部署でも作っているのではないか」といった問題意識は持っていたものの、具体的な対策が講じられないままとなっていた。

(4) 《現場間連携の壁》

DXに向けた取り組みが一部の現場に閉じてしまい、全社に広がらない

DXは、各拠点や各部門といった現場間でデータ連携を進めることによって、その成果を増幅できる。したがって、各現場で個別のITシステムを構築するなど、バラバラに取り組みが進められているようでは、全社的な成果を実感することが難しい。

しかし、日本の製造業は、「高度に専門化・分業化された現場の集合体」としての性格が強く、ここに《現場間連携の壁》が存在している。個々の現場内部では、「カイゼン」や「擦り合わせ」といった取り組みが徹底されており、部分最適が実現できているが、自らの現場を一步離れると何が行われているのか誰も把握できておらず、全体最適の視点を欠いている企業は少なくない。

また、製造業にしばしば見られる「縦割り」の組織制度・組織文化の下では、たとえ全体最適に向けて必要な取り組みに気がついていても、別の現場に向けて働きかけるのはかなりの決断を要する。実際、現場間でのデータ連携を行うには、事前に膨大な意見調整が必要であり、

こうした面倒事にあえて取り組もうとする人材は、経営側にも現場側にもそうそういないだろう。

なお、中堅・中小製造業の場合は、現場間の縦割り意識がさほど強固でないことが多く、経営層もガバナンスを効かせやすいため、ここで挙げた《現場間連携の壁》は、大企業ほど深刻にはならない可能性が高い。とはいえ、DXに向けた取り組みが一部の現場に閉じてしまわないような配慮は、どのような企業であっても欠かせないと考えられる。

◆シナノケンシ

- ・ 間接部門の生産性を高めるため、RPA (Robotic Process Automation) の導入を検討した。「2025年までに全世界で1億人の知的労働者がRPAに置き換わる」といった衝撃的な数字を目の当たりにし、自社でも検討が必要と考えた。しかし、RPAは特に部署や業務の橋渡しで威力を発揮するため、部署ごとや業務ごとの属人化や個別最適化を解消するところから始める必要があった。

◆常石造船

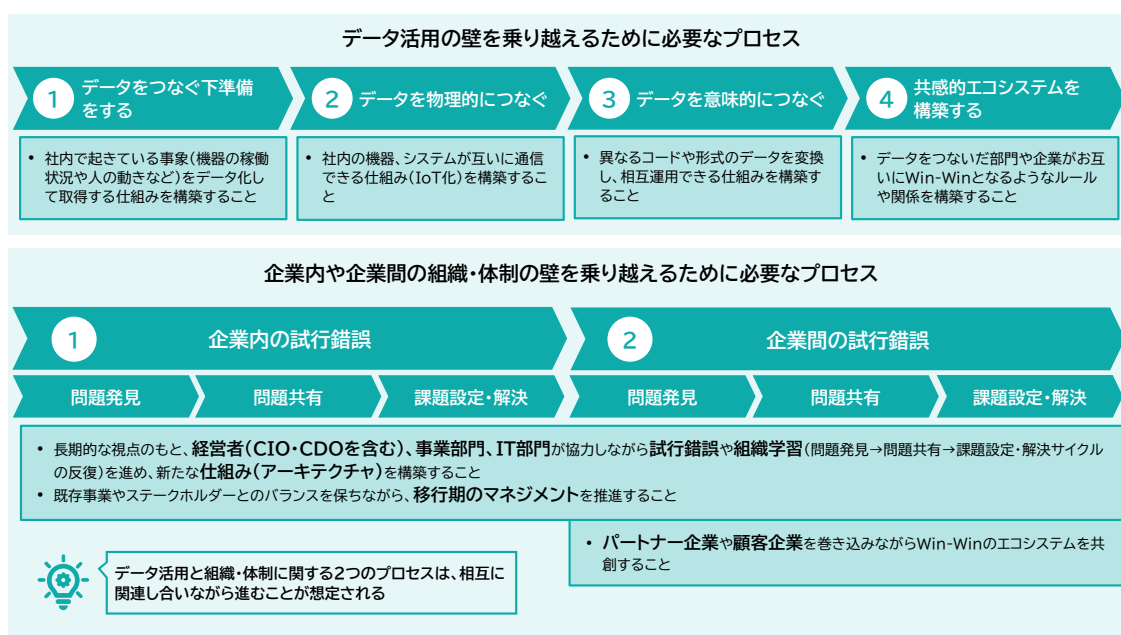
- ・ 日本、中国、フィリピンに設計拠点をもち、3拠点合わせて総勢1,000名のエンジニアを抱えていることを大きな強みとしてきた。しかし、建造するドックごとに図面が異なっていたりと拠点間の設計データ連携がほとんど実施されておらず、強みを十分に発揮できないジレンマを抱えていた。

3. DXを阻む壁を乗り越えて「基盤づくり」を進めるための組織学習プロセス

前章で示した「製造業でのDXを阻んでいる4つの『壁』」は、いずれも一筋縄では乗り越えられない問題としてケーススタディ企業の前に立ちふさがっていた。すでに述べた通り、これらの壁の核心は、技術的というよりは組織的な問題である。したがって、単に新しい技術に投資したり、専門人材を雇い入れたりするだけで乗り越えられる類いのものではなかった。

こうした厄介な壁を乗り越える上でカギを握っているのが組織学習である。すでに昨年度の論点整理で、DXを阻む壁を乗り越えるには「データ活用」と「企業内や企業間の組織・体制」の両面から「試行錯誤」を進めることが重要との指摘が多くの委員からあった（図表3-1）。ケーススタディ企業においても、論点整理で議論したような試行錯誤が積み重ねられており、社内全体で学びを深めながら壁を乗り越える様子が至る場面で確認できた。人と人、現場と現場の関係性の中で生じる組織的な問題を克服するには、社内にある様々な考え方や行動を変化させることから始める必要があり、こうした変化を生み出すために組織学習が有効なのだと考えられる。

図表3-1 DXを阻む壁を乗り越えるために必要な試行錯誤のプロセス（2021年度論点整理）



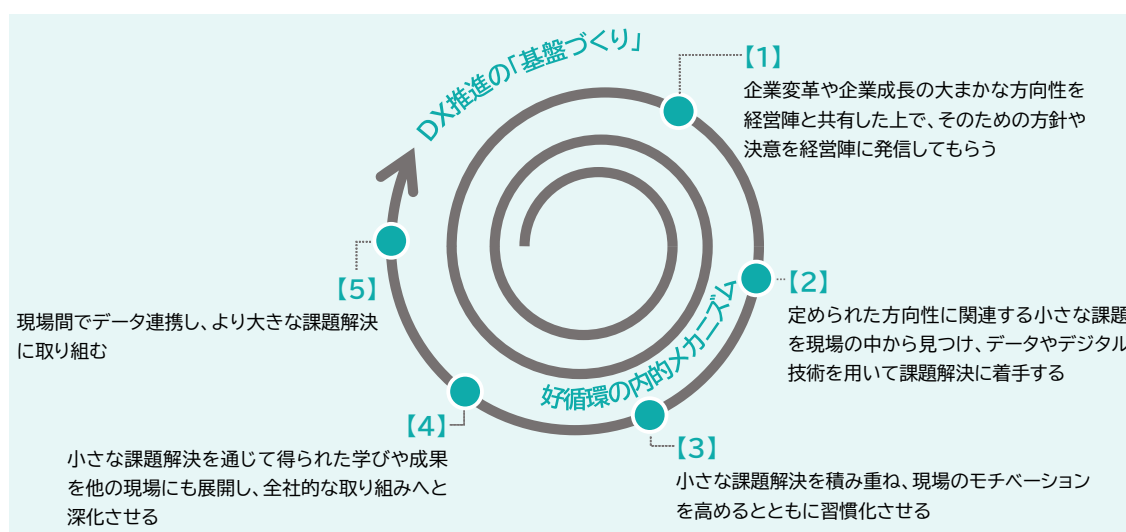
（出所）一般財団法人企業活力研究所（2022）『『製造業のDXを阻む壁の乗り越え方に関する調査研究』論点整理 概要』、
https://www.bpfj.jp/report/manufacturing_r03/、p.3

組織学習は、組織に根づいた既存の考え方や行動を変化させながら進むため、結果的に、社内の組織的な基盤の再編成を引き起こす。こうしたDXを阻む壁を乗り越える際に生じる再編成こそが、本報告書のメッセージとして強調している「基盤づくり」である。「基盤づくり」の結果、「高度に専門化・分業化された現場の集合体」である製造業の伝統的な組織としてのあり方が変化する。特に、現場の中に大きな変化が起こり、現場がデータやデジタル技術を有効活用しながら素早く継

続的に新しい課題解決にチャレンジできる集団へと生まれ変わる。また、現場間の縦割り構造も解消されていき、データやデジタル技術の活用が全社横断的に行われるようになる。

本報告書では、ケーススタディを通じて実際に起きた事例を詳細に検討し、DXを阻む壁を乗り越えて「基盤づくり」に至るまでの組織学習プロセスを以下の[1]～[5]の課題解決の枠組みへと落とし込んだ(図表3-2)。なお、ここで示している枠組みは1つの目安としては重要であるが、全くこの通りに「なぞる」必要はない。実際のところ、いずれのケーススタディ企業における組織学習プロセスも、これほど都合良くは進んでおらず、むしろ、しばしば横道に逸れながら進められていた。

図表3-2 DXを阻む壁を乗り越えて「基盤づくり」を進めるための組織学習プロセス



以上で示したような組織学習プロセスは、優秀な現場を抱える我が国の製造業であっても進めるのは非常に難しい。というのも、[1]～[5]で想定している、データやデジタル技術を用いた課題解決は、製造業にとっては不慣れな取り組みばかりで失敗が起こりやすく、また、1回取り組むだけでは「基盤」として定着しないため、2回、3回と徹底的に繰り返す必要があるからである。事実、ケーススタディ企業においても、組織学習プロセスは、何度も失敗に直面したり途中で挫折したりして容易には進んでいなかった。しかし、ケーススタディ企業では、試行錯誤するうちに少しずつ現場から「あれもできる、これもできる」といったポジティブな発想の連鎖が生まれ、徐々に現場が「自律的に組織学習プロセスを回せるようになっていった。

こうした「自律的」な好循環を社内に生み出す仕掛け、すなわち、「好循環の内的メカニズム」が、組織学習プロセスを成功に導く秘訣であり、ひいては、DXを阻む壁を乗り越えて「基盤づくり」を進める上で最重要ポイントになっていると考えられる。ただし当然ではあるが、「好循環の内的メカニズム」は、組織学習プロセスを進めていけば、いつの間にか自然に発生するわけではない。ケーススタディ企業で組織学習プロセスが回っていったのは、意識的にせよ無意識的にせよ、「好循環の内的メカニズム」を生み出す創意工夫を上手く積み重ねることができていたからである。そこで、次の第4章では、この「好循環の内的メカニズム」を生み出しながら組織学習プロセスを進めるにはどうすれば良いのかについて、ケーススタディから得られた知見を基に、「DX推進の『基盤づくり』を進めるための10のヒント」として提示することとしたい。

4. DX推進の「基盤づくり」を進めるための10のヒント

DXを阻む壁を乗り越えて「基盤づくり」に至るためには、前章で示したような[1]～[5]の組織学習プロセスを「好循環の内的メカニズム」を働かせながら進める必要がある。しかし、先ほど述べた通り、「好循環の内的メカニズム」は自然には発生しないため、それを生み出す創意工夫を施さなければならない。

本章では、ケーススタディ企業の分析から得られた創意工夫を実務に適用しやすい具体的かつ直接的な形に整理し、その上で「10のヒント」として提示している。なお、組織学習プロセスは、最初の一步を踏み出すところと、個々の取り組みを社内全体へと浸透させるところで特に失敗や挫折につながりやすいと考えられる。したがって、以下では組織学習プロセスを大きく2つの局面に分け、「『基盤づくり』をスムーズに《開始・実施する際のヒント》」と、「好循環を生み出して、『基盤づくり』を《定着・進展させる際のヒント》」を示すこととする。なお、どの企業にも参考になりそうなヒントを優先的に抽出しているが、全ての企業に必ず該当するヒントは存在しない。そのため、自社のビジネス環境やビジネスモデルを念頭に、それぞれのヒントを取捨選択しながら読み進めていただきたい。

(1) 開始・実施する際のヒント

① 身近な課題解決を目的に、まずはスモールスタートで始める

DXはあくまでも「手段」に過ぎないため、その取り組みを進めるにあたり、自社が抱えるビジネス上の課題と紐づけた上で「目的」を明確に設定する必要がある。目的が明確でなければ、何のためにDXを進めるのかが曖昧になって社内の合意形成が進まず、具体的な取り組みにつながりにくい。

ただし、DXだからと言ってビジネス書に書いてあるような大胆で独創的な企業変革を目的にしなければならないと深刻に考える必要はない。確かに今回のケーススタディの中にはそうした企業変革を最初から視野に入れていた企業も一部あったが、大半の場合で、まずは身近な課題を現場の中からできるだけ洗い出し、そのうち比較的短期間に結果が出そうなテーマを選んでスタートを切っていた。

その際に留意すべきは、目的に設定した身近な課題解決が自社のビジネスに貢献するかどうかである。同じ製造業であっても、そのビジネスのあり方は多種多様であるため、具体的にどのような課題解決であればビジネスに貢献するのかについて特定の答えはなく、各社が自ら考えるしかない。とはいえ、課題解決の成果を生産性等に関連する数値に換算して測れるかどうかは1つの重要な基準になると考えられる。今回扱った全てのケーススタディ企業がそうであったように、どんなに些細な課題解決であっても、その成果を経費削減や労働時間短縮に関する数値に換算して示すことで、自社ビジネスへの貢献の証左としていた。

また、経営資源（ヒト、モノ、カネ）をあまりかけないスモールスタートで始めるのもポイントである。特に、中堅・中小製造業の場合、最初から全社的な一大プロジェクトとしてしまうと一度

の失敗で立ち直れなくなる可能性がある。いくらDXが時代の要請になりつつあるとはいえ、そこまで思い切った判断はなかなかできないだろう。ケーススタディ企業では、むしろ失敗を前提に、小規模な取り組みを段階的かつ継続的に進めることで成功に結びつけていた。

さらに、DXの推進体制として、経営層のリーダーシップは大前提になるが、合わせてミドル層の役割も重要だと考えられる。ケーススタディでは、経営層が、現場に詳しく経営にも提言しやすい立場のミドル層に権限を与えて実務面のリーダーに指名し、そのリーダーの下に少数メンバーを集めるというパターンが特徴的に見られた。なお、ケーススタディ企業の中には、経営者が自らリーダーとなって取り組みを主導しているパターンもあったが、その場合でも数名のミドル層が右腕として支えるという関係性が構築されていた。

◆鍋屋バイテック会社

- ・「基幹システムのレガシー化」というITに詳しい一部の役員や社員だけが共有していた危機意識では基幹システムの刷新に向けた合意形成が難しかった。そのため、当時、喫緊の課題だった「物流部門の負担増」という誰もが理解しやすい経営課題へと落とし込み、その課題解決には基幹システムの刷新が必要という話の展開に持ち込んだ。その結果、経営会議の了承が得られ、経営幹部からのサポートも得やすくなった。

◆三松

- ・現社長の田名部氏がオフコンの再稼働に挑戦する際、「そもそも何のためにシステムを導入するのか」から考えた。その結果、「小ロット製造代行サービス」の経営ビジョンの下で多品種少量生産を実現していくためには、原価管理と（仕掛品の）居所管理ができるシステムの開発が有効であると気づき、明確な目標を定めることができた。

◆旭鉄工 (iSTC)

- ・DXだからといって、立派なビジネスモデルを考えるのではなく、まずは「デジタルで楽をすること」を意識して取り組みをスタートさせた。その一環でIoTを活用した「カイゼン」を思い立ち、社員の負担となっていたデータ収集を自動化するシステムを開発した。なお、その際、「時間当たりの出来高向上による労務費の削減」という明確な目標を定めた。また、実施体制としては、カイゼンに取り組んでくれそうな社員を探して「ものづくり改革室」に集め、少数のメンバーから徐々に社内に広げていった。

◆シナノケンシ

- ・間接業務の可視化・改善を目的に「S-BPI活動」と呼ばれる取り組みを2012年から継続的に実施している。なお、最初から全社で一斉に取り組むのではなく、1つの部門（77名）でテスト的に導入し、効果を確認してから全間接部門（約500名）へと展開した。また、まずは基幹職12～13名からなる推進チームがコンサルタントから指導を受けて活動方法を学び、そこで学んだ内容を他の社員に教えるという形で徐々に取り組みを広げていった。

◆常石造船

- ・「小さく素早く始めて、大きく育てる」という方針の下、造船現場のデジタル化に着手した。その際、INDUSTRY0.5、1.5、2.5・・・と数か月単位のプロジェクトを立ち上げ、ある程度まで内製で開発できたら多少のバグには目をつぶって次々に現場に実装していった。ただし、やみくもにプロジェクトを乱立させたのではなく、部長陣が集まって「小さな開発で多用途に転用できそうなものはないか」などと話し合いながら進めていった。

◆ダイセル

- ・1990年代半ばから始まった「ダイセル式生産革新」では、現社長の小河氏（当時課長）をはじめとする課長グループが中心的な役割を果たした。最終的には社長や工場長によるトップダウンの決断が決め手になったが、経営層にしっかりと提言でき、かつ、きちんと現場も見えている中間管理職がいたからこそ主力工場の抜本的な生産革新が可能になった。こうした「ミドルアップ、ミドルダウン」の特徴は、2020年の「自律型生産システム」の開発過程においても引き継がれている。

②システム構築の前に、業務全体をチャートに書き起こす

DXを通じて解決したい身近な経営課題を設定したら、すぐにシステム構築に取り掛かるのではなく、関連する業務全体の洗い出しから始めるのが望ましい。その際、チャートに書き起こす作業が特に効果的である⁸。

チャートに書き起こす作業は、現場で働く社員にとって自身の業務を見つめ直す貴重な機会となる。たとえば、意思決定や情報伝達の流れをチャートに書き起こして可視化することで、「必要な場所に適切な指示が届いているか」や「単なる伝言ゲームになっていないか」といった検討が容易になる。もし無駄や重複といった問題点を発見できた場合は、単にその流れを省くだけでも一気に効率化が進む。また、各現場では、多くの業務がベテラン社員の持つ勘や経験といった暗黙知に依存してしまっている。その結果、往々にして属人化が進み、「あの人でなければ分からない」といった業務が数多く存在している。こうした暗黙知についてもチャート上に表現できれば、第三者でも理解できる形式知へと変換されて属人化の解消につながるだろう。

さらに、製造業の場合、現場ごとに専門化・分業化が進んでいるため、現場横断的にチャートをつなげる作業も重要になる。その過程で、各現場に閉じていては分からない問題点に気づくことができるからである。たとえば、同じ設備や機械であるにも関わらず、現場ごとに用語が異なっていて意思疎通の妨げになっているというケースがしばしば起きている。こうした用語を統一できれば、現場と現場の境目で生じる問題の多くを回避できるはずである。

なお、チャートに書き起こす作業を通じて以上のような業務改善を進めることは、人間だけでなく、ITシステムにとっても大きなメリットになる。一般にITシステムは、事前に定めた通りにしか動かないため、要件定義や設計の段階で、最適な手順に業務を標準化しておく必要がある。チャートに書き起こす作業は、こうしたITシステム構築の準備としても非常に有効な手段である。

◆三松

- ・気がついたら「紙と鉛筆」に戻ってしまったオフコンの失敗を踏まえ、まずは業務のあり方そのものを見直すところから始めた。最初は、模造紙にカレンダーをつくり、納品する製品ナンバーを書いた付箋紙を貼り付けるところから始め、慣れてきた段階でMicrosoft社のデータベースソフトAccess

⁸ チャートに書き起こす作業は、ある程度の習熟が必要であり、最初は上手く書けないのが当然である。チャートの書き方に悩んだ際は、本研究会の西岡委員が執筆した以下の書籍が参考になる。西岡靖之（2021）『スマートシンキングで進める工場変革—つながる製造業の現場改善とITカイゼン—』、日刊工業新聞社

を活用した管理に切り替えた。こうした段階を経た上でSQLサーバーを用いた生産管理システム（後のSINS）を自社開発した。

◆シナノケンシ

- ・ S-BPI活動は、最初は個人の業務のチャート化（基本活動）から始まり、徐々に部門、全社（専門活動、テーマ活動）とその範囲を広げるものであった。S-BPI活動を通じて、業務を可視化し、最も時間がかからない作業をベースに標準化していたことで、後のRPA導入やITシステム大幅刷新をスムーズに進めることが可能になった。

◆ダイセル

- ・ 「ダイセル式生産革新」では、工場全体の業務の見直しを順次行い、その上で「知的統合生産システム」に落とし込むという段階的なアプローチを採用している。まず、予備調査の1つとして「業務総点検」と呼ばれる業務分担や業務フローの徹底的な洗い出しを行い、次に工場内のあらゆる設備や機器の「用語の統一」、さらにベテランオペレータが持つ「ノウハウの標準化」をして、最後にシステムを構築している。
- ・ 「業務総点検」は、合宿形式で実施しており、設備や生産、品質保証など異なる現場から人を集めて実施している。その結果、各現場での部分最適に陥るのを避けると共に、お互いの業務内容を把握することで「情報の付加価値を高めるには、部門間の連携が必要だ」という気づきの場としても機能している。

③課題の可視化・評価分析に必要となるデータは測定基準を揃えた上で実測する

DXに向けて身近な経営課題の解決に取り組む上で、最も重要な経営資源となるのが「データ」である。特に、現場に埋もれている課題を見つけ出して可視化したり、現場で進めている課題解決施策の効果を評価分析したりする際は、データに基づいた判断が非常に重要になる。

こうした可視化や評価分析を勘や経験に頼って主観的に判断してしまうと、課題や効果を正確に把握するのが困難になる。また、課題や効果が不明確なままでは、現場で働く社員が十分に腹落ちできず、「この取り組みは本当に意味があるのか」といった疑念につながる恐れもある。さらに、日本の製造業の場合、こうした判断に活用できるだけのデータが十分揃っていない現場がまだ大半である。したがって、まずはデータを実測するところから始める必要がある。

データを実測する際、正確性はもちろん重要ではあるが、それ以上に測定基準を揃えるのがポイントになる。測定基準が揃っていないデータは、いくら正確であっても活用できないからである。たとえば、同じ「装置の稼働時間」のデータでも、単に装置の電源がオンになっている時間なのか、実際に加工等の作業をしている時間なのか、両者が混在してしまうと、お互いを比較したり掛け合せたりすることができず、判断の材料として使えなくなってしまう。特に製造業では、1つの製品を作るまでに複数の異なる機械や人が介在するのが当たり前である。したがって、何も意識しないで漫然とデータを実測していると、測定基準の揃っていない不均一なデータが集まりがちである。

ただ、最初から高度な技術を導入して社内のあらゆるデータを実測しようと肩に力を入れず

ぎる必要はない。実際にデータの収集・分析を始めてみないと、現場の現状や課題が把握できず、それゆえ、どのような測定基準でデータを実測すれば良いのかも分からないだろう。ケーススタディ企業でも、それぞれの課題解決に取り組むうちに気づきが生まれ、最も適切な測定基準へと変更できたり、新たに活用できそうな測定基準を発見できたりしていた。

◆三松

- ・生産管理システムに入力するデータの品質を確保するため、日報入力の教育を行っている。単に「日報を入力せよ」と指示するのではなく、どのような作業や項目をデータ入力するのかに関する理解を揃えるところに注力している。

◆旭鉄工 (iSTC)

- ・「見えない問題は直らない」という考えの下、海外工場も含めた200以上の製造ラインで「可動率」と「サイクルタイム」のデータを収集している。IoTを活用して自動収集しているため、人間がつい記録を怠りがちなチョコ停や、人間では分からない1秒単位のサイクルタイムの遅れまで正確に把握できるようになっている。実は、これらの小さな積み重ねでも年間換算すると100万円単位の損失になっていることもある。
- ・データの「粒度」は目的次第である。カイゼンに活用できるのであれば、コンマ数%のズレは気にせずデータ収集に取り組んだケースもある。一方、電力やガスの使用量は1日ごとの見える化では気づきが得られなかったため、10分ごとの見える化に切り替えてデータ収集している。

◆常石造船

- ・一足飛びに高度なデジタルツールを導入するのではなく、まずはスマートフォンのような簡単なツールを使って現場で発見した不具合を情報共有するところからスタートした。徐々に不具合情報のデータが収集・蓄積されていき、現在では不具合予測にも活用できるまでになった。

④外部パートナーは、長期的な協働関係を築くことができる業者を選定する

DXを進めるにあたっては、外部パートナーとの協働も視野に入れるべきである。ケーススタディでは、時間をかけてDXを進めてきたためか、内製化に重きを置いている企業のほうが多数派であった。しかし、ビジネス環境が激しく変化している現在では、内製化への過度のこだわりは、かえってリスク要因にもなりかねない。むしろ、これからDXを始める企業は、ITコンサルタントやITベンダー、スタートアップ企業、研究機関といった様々な外部パートナーと積極的に協働する前提でDXを考えておいたほうが取り組みをスムーズに運べるはずである。とりわけ、DXの開始・実施段階においては、経営資源が社内に圧倒的に不足しており、自社だけでは何から手をつければ良いのか分からないという事態に陥ってしまうだろう。

また、外部パートナーのうち、ITコンサルタントやITベンダーとの協働関係は特に重要になる。経済産業省の「DXレポート2.1」でも、DXに取り組む際、「企業の変革を共に推進するパートナー」と「DXに必要な技術を提供するパートナー」からの「伴走支援」が必要になるとの指摘がある⁹。これらは、前者にITコンサルタント、後者にITベンダーが当てはまると考えられる。

⁹ 経済産業省(2021)「DXレポート2.1 (DXレポート2追補版)」、<https://www.meti.go.jp/press/2021/08/20210831005/20210831005-2.pdf>, pp.14-15

ただし、外部パートナーとは、単なる外注先を超えた緊密な協働関係が求められることに留意が必要である。専門的な知識や技術を提供してもらっただけの相手と考えて、しっかりとした協働関係を築かなかった場合は、しばしば外部パートナーへの「丸投げ」になったり、外部パートナーの「言いなり」になったりしてプロジェクトが失敗に終わりやすい。こうした失敗を避けるためには、技術や知識だけでなく、経営手法やノウハウまでを学べる相手と長期的な協働関係を構築し、さらに、自社の「基盤づくり」にも役立てていく必要がある。

したがって、どのような外部パートナーと協働関係を構築するのか、その判断は慎重に進めなければならない。一言でITコンサルタントやITベンダーと言っても得意分野は様々であり、製造業特有のビジネスを十分に踏まえた提案ができるかどうかなどはすぐには分からないからである。特に、組織の規模や知名度だけで安易に判断するのは危険である。ケーススタディの中には、「担当者は誰か」や「自社のDX構想を十分に理解してくれているか」まで事前に綿密な情報収集を行い、さらに入札等の選定プロセスを丁寧に細部まで確認を取りながら進めた企業もある。ここまで徹底してようやく外部パートナーと一体となったDX推進が可能になるといえる。

◆鍋屋バイテック会社

- ・ 担当者自らが書籍やセミナーなどから得た情報をもとに優秀なITコンサルタントを探し出した。その際、誰にプロジェクトリーダーとして担当してもらえるのかというところまで徹底して調べている。また、自社の包括的で長期的なDX構想についてもあらかじめ説明し、継続的な関係構築が可能かどうか確認した上で契約を締結している。
- ・ ITベンダーの選定についても、業者選定方法を明確にし、時間をかけて選考を実施している。単に相見積もりによる価格を比較するのではなく、ITベンダーから提出された提案書を十分に吟味した上で総合評価を行っている。なお、投票による民主的な意思決定を行い、社内の経営層やプロジェクトメンバーだけでなく、「プロ」の視点を持ったITコンサルタントにも票を投じてもらっている。

(2) 定着・進展させる際のヒント

⑤DXに関する方針や進捗状況、成果などを頻繁に社内に情報発信する

DXに限った話ではないが、今までにない新しい取り組みを導入しようとする、必ず社内で抵抗が起こる。ケーススタディ企業でも、取り組み当初は現場を中心に抵抗が生まれ、DXに対する不安感や不信感につながっていた。こうした不安感や不信感が残ったままだと、なかなかDXは社内全体へと定着・進展していきにくい。

DXに対する不安感や不信感を低減するためには、単純なようだが、社内への頻繁な情報発信が有効だと考えられる。経営幹部やDX担当者を中心に、DXに関する方針や進捗状況、成果などを事あるごとに情報発信することで、DXが「難しい未知のバズワード」から「理解可能で馴染みのあるキーワード」へと徐々に変わっていく。その結果、社員のDXへの関心が高まり、経営層の意図やビジョンが現場に浸透しやすくなる。また、DXに否定的・消極的な社員の態度も徐々に軟化していくため、DXの取り組みを全社的に広げやすくなる。なお、ケーススタディからは、分かりやすい「スローガン」とセットで情報発信することで、より大きな効果が期待できる可能性も示唆されている。

ただし、DXは長期戦であるため、経営幹部やDX担当者が常に意識を高く持って情報発信し続けるにしてもいずれ限界が来る。また、DXに対する不安感や不信感は、たとえ取り組みが進捗していたとしても高止まりして残り続ける懸念を指摘した調査結果もあり¹⁰、どこかのタイミングで情報発信の頻度を減らしても良いということにはおそくならない。

したがって、一方的に情報発信するだけでなく、情報を受け取る社員の側が自然とDXに関する方針や進捗状況、成果などに接するような仕組みづくりも重要になってくる。たとえば、ケーススタディ企業では、人事考課や資格認定制度と紐づけて情報を見るインセンティブを高めたり、ビジネスチャットを積極的に活用してコミュニケーションコストを下げたりするといった仕組みづくりが上手く機能していた。

◆三松

- ・ 生産管理システム(SINS)に入力されたデータは、人事考課にも活用している。データの数値が良くなれば自身の報酬となって跳ね返ってくるため、社員1人1人にデータを見る習慣が自然と定着していき、業務改善にも前向きに取り組んでくれるようになった。やっただけ反映されるという期待感がうまく相乗効果として回っている。

◆旭鉄工(iSTC)

- ・ 最初は「ものづくり改革室」に集めた少数の社員にIoTを活用したカイゼンに取り組んでもらっていたが、成果が出たら皆の前で「褒める」ことを意識した。褒められることでモチベーションが高まり、取り組みが継続するようになった。また、ビジネスチャットを積極的に活用しており、コミュニケーションコストを下げている。3か月単位で開催しているカイゼン報告会などの様子もすぐにビジネス

¹⁰ ITスキル研究フォーラム(2021)「DXをむしろ『不安』—1000人調査で見た、DX成功への進路—」『日経コンピュータ』、2021年12月23日号、p.27

チャットに上がり、「社長に褒められました」といった喜ぶ声が成果内容とともに全社共有される仕組みが機能している。

◆シナノケンシ

- ・ S-BPI活動のスローガンとして「素直にやってみる」「過去は問わない」「対案なき反対は賛成」の3つを掲げた。これらのスローガンを粘り強く周知し続けたことで、組織風土として定着し、現在も経営会議などで時折出てくることがあるという。
- ・ S-BPI活動の基本活動（個人業務のチャート化）ができるかどうか、さらには専門活動（部門業務・全社業務のチャート化）ができるかどうかといった2つの段階で資格認定制度を設けている。入社時や昇格時に認定取得を求めることで、社内への定着を促す仕掛けとしている。

⑥データを一元管理・閲覧できるシステム（ダッシュボード等）を構築する

特定の現場で入力・収集したデータを個別に活用しているだけでは、その成果は限定的に留まる。したがって、ある程度、個々の現場でのデータ活用が進んできたら、各現場に散在するデータを集約して一元管理・閲覧できるシステム（ダッシュボード等）の構築を進めるのが次の一手として有効である。こうしたシステムが構築されれば、各現場で個別のシステムが動いているという非効率を解消できるだけでなく、現場横断的に社内全体を俯瞰して捉えることが可能になる。

なお、現場から上がってくるデータをそのまま表示するだけでは細かすぎて社内全体を俯瞰することにならない。したがって、どのようにKPI（Key Performance Indicator：重要業績評価指標）化して表示するのか、その作り込みがカギを握っている。どのようなKPIが重要なのかは、各社次第となるが、ケーススタディ企業では「誰がどのような目的でデータを見るのか」や「データをどのような判断のために活用するのか」といった点について十分な議論が重ねられていた。また、個々のシステムを単純に統合するだけでは、KPIとして表示するのが難しいため、システム開発の場面では、各種データを集積するデータベースの設計が最重要の課題になっていた。

さらに、単に一元管理・閲覧できるシステムを構築して終わりではなく、こうしたシステムの管理・閲覧や分析を日々の業務に組み込むことも合わせて進めておく必要がある。こうした日々の業務での活用が、組織学習の機会となって「基盤づくり」を加速させるからである。たとえば、複数のケーススタディ企業で、ダッシュボードから得られたデータを見ながら次の施策を検討するミーティングが定期的に開催されていた。こうしたミーティングがあることで、参加者の間で徐々にデータに基づいて意思決定するという組織文化が醸成されていったという。また、ダッシュボードに表示されるデータは、現場横断的に収集されているため、現場間のコミュニケーション促進や全体最適に向けた新たな課題の発見にもつながると考えられる。

◆旭鉄工（iSTC）

- ・ 自社開発したIoTシステムでは、200以上の製造ラインのデータを収集しているが、こうしたデータは現場でのカイゼン活動だけでなく、経営会議や原価管理部門など全社的に活用している。その際、経営ダッシュボードを構築して生産金額やロス金額などの指標ごとに高パフォーマンスのライン

と低パフォーマンスのラインを表示できるようにしており、工場全体を俯瞰した経営判断に用いることが可能になっている。

- ・ IoTシステムで収集したデータを一元管理し、その確認や分析を日常の業務に組み込んでいる。たとえば、製造現場では、毎日決まった時間に「ラインストップミーティング」を実施し、前日のデータを見ながら更なるカイゼンを行っている。また、現場だけでなく毎月の収支フォロー会議でも、IoTシステムから抽出した数値やグラフ、散布図を見ながら進捗確認をしている。

◆シナノケンシ

- ・ 事業部制を取っていたこともあり、社内に間接材発注システムが3つ別々に構築されていた。その結果、同じ部品であっても複数の部品番号が存在するなど様々な問題が発生していたため、1つのシステムへと統合・刷新を進めた。導入効果は非常に高く、トータルで約2万3,000時間もの業務時間削減につながっている。

◆常石造船

- ・ 設計、調達、工場などの多種多様なシステムの稼働データを全部まとめて吸い上げ、適切なKPI化をして、経営ダッシュボード(TSUNEISHI Management Cloud)に表示している。この経営ダッシュボードは、部長以上の全員が見られるようになっており、日々のマネジメント業務に組み込まれている。たとえば、原価データは毎週集計されるので、水曜日に役員が集まって、原価データを見ながら次なる打ち手を検討している。

⑦取り組みの成果に応じて経営資源を再配分する

「基盤づくり」の成果が徐々に表れ始めたら、その成果に応じて経営資源の再配分も検討すべきである。「基盤づくり」の過程で、結果的に社内の組織的な基盤の再編成が起きるが、これを意図的に進めることで組織学習がより進むという効果が期待できるからである。

特に、業務効率化等で余裕が生まれた部門から、新規事業の立ち上げや顧客接点の強化に関わる部門へと人材を配置転換する取り組みが有効である。ケーススタディ企業でも、こうした人材の配置転換はしばしば行われており、新たな部門への異動がさらなる学びを生むという相乗効果としても機能していた。

また、DXに向けた投資についても、最初から巨額を投入するのではなく、費用対効果や優先順位を考慮した上で、投資額を極力抑えながらDXを推進するという工夫が講じられていた。

◆旭鉄工 (iSTC)

- ・ 「時間当たりの出来高向上による労務費の削減」という目標に直結する「ラインの停止時間」と「サイクルデータ」に絞ってデータを収集し、初期投資や運用コストを削減している。また、カイゼンの結果、設備を増設せずに生産能力を増強できており、累計8億円以上の設備投資節減にもつながっている。

◆シナノケンシ

- ・ 2016年頃からGVS(Global Value-chain Systems)プロジェクトを立ち上げ、ITシステムの大幅刷新に取り組んでいる。その際、誰がやっても結果が同じ「ノンコア業務」を減らし、人によって結果が異なる「コア業務」を増やすという方針で進めている。その過程で、生産現場の社員が生産技術へ移ったり、生産技術の社員が設計へ移ったりといったように、バリューチェーンのより上流工程へと人材の配置転換が起きている。

◆常石造船

- ・ 社内のデジタル化に向けた新たなシステム開発は、ほぼ全て情報部門で内製化している。これらのシステム開発にリソースを割けるよう、情報部門が従来手掛けていた既存システムのメンテナンスや改良といった業務は2年間凍結するという方向で役員会を通して了承してもらっている。

◆ダイセル

- ・ AIを活用した「自律型生産システム」の開発は、働き方改革にもつながっている。化学工場で日々起こるトラブルに現場レベルで対応できるようになったため、部課長がトラブル対応に忙殺されることなく、戦略立案や顧客対応といった競争力強化につながる本来業務に専念できるようになっている。

⑧顧客に直結する業務管理データを、新製品・新サービス開発等の別の目的にも活用する

「基盤づくり」がある程度進むと、それぞれの現場に特定の目的で集められた様々なデータが蓄積されているはずである。これらのデータは、他の現場で異なる目的のために活用できる場合がある。したがって、他の現場にどのようなデータがあるのか十分に把握し、常に新しい活用方法がないか検討することが重要である。

特に、顧客に直結する営業部門の活動状況を含めた業務管理データは、新製品・新サービス開発に活用できる可能性が高い。たとえば、ケーススタディの中には、生産管理システムから得られたデータを分析して、新たなサービス提供につなげた企業があった。

◆三松

- ・ 生産管理システム（SINS）から得られたデータを分析したところ、ほとんどの製品で正味の加工時間は丸1日もかかっていなかったことが明らかになった。そこで、仕掛滞留時間を限りなくゼロに近づけた超短納期の新サービス（Super Express）を開発し、スピードを対価として認識してもらえ顧客向けに提供している。

⑨現下の大きな課題となっているCO2排出量を把握する取り組みにつなげる

製造業の場合、生産性向上が重要課題の1つであるため、機械や設備の稼働データを把握してカイゼン活動に活用する取り組みからスタートすることが多い。しかし、同じ取り組みを続けているだけでは新たな学びが得られず、「基盤づくり」も停滞しがちになる。

そこで、主にQCD（品質、コスト、納期）を指標としてきたカイゼン活動を少し応用して、機械や設備からCO2排出量のデータを収集する取り組みに着手するのが有効である。現下の大きな課題となっているCO2排出量のデータを見ながらエネルギー効率を高める施策を検討することで、現場で新しい学びが始まると考えられる。さらに、昨今の電気・ガス料金の高騰は、製造業にとって切実な悩みとなっているため、社内のモチベーションも喚起しやすいはずである。

◆旭鉄工 (iSTC)

- ・「時間当たりの出来高の向上による労務費の削減」を目的にIoTシステムを活用したカイゼン活動を進めてきたが、その副次的効果として電力消費量も低減できていることに気がついた。そこで、さらなる低減のため、IoTシステム (iXacs) にCO2排出量を可視化する機能を追加し、カイゼンと同じ発想で省エネの取り組みを社内で進めると共に、i Smart Technologiesから他社向けにも販売している。

⑩現場作業とデジタル活用の双方を橋渡しできる人材を内部育成する

DXをさらに進展させるためには、現場作業とデジタル活用の双方を橋渡しできる人材が不可欠である。ケーススタディ企業では、こうした人材を「翻訳人材」と呼び、積極的に内部で育成を進めていた。「翻訳人材」が社内にいれば、外部パートナーらが用いるDXを前提とした言葉や考え方と、社内で使われている「ものづくり」の伝統に根差した言葉や考え方をそれぞれの意図を汲み取りながらお互いに意思疎通させることができるようになる。

なお、「翻訳人材」はすぐには内部育成できないため、ケーススタディ企業では、中長期的な視座に立って、候補となる社員が現場作業への継続的な関与とデジタル活用に関する学習に並行して取り組めるよう働きかけをしていた。また、ITコンサルタントやITベンダーとの協働を上手く「翻訳人材」の育成と結びつけている企業も見られた。中堅・中小製造業の場合、昨今の人手不足とも相まって、優秀なIT人材を採用するのはますます難しくなっている。したがって、こうした内部育成は少しずつでも進めておく必要があると考えられる。

◆鍋屋バイテック会社

- ・当初は若手社員を中心に、ITがある程度分かりそうな人材をDX推進部署にかき集めて教育を行った。また、ITコンサルタントとの協働を組織学習に活用しており、特に、国内営業チームとマーケティングチームでは、ITコンサルタントから得た学びを他の社員に教えていくという好循環のサイクルが生まれている。

◆三松

- ・社内にITが分かる人材が全くいなかったため、最初は、ITベンダー経由で個人事業主として働いていたSEを中途採用するところからスタートした。そのSEが教師役となって、徐々に社員を育成していき、現在ではSE4名が在籍している。そのうちの2名は、当初は現場作業をしていた社員に一人からプログラミングを教えて育てた。戦略的にIT活用に取り組んできたことがこうした学生の採用・定着に有効に働いている。

◆常石造船

- ・経営管理部門や設計、営業に所属する社員の中から手上げ制で希望者を募り、他社と共同で「データサイエンティスト育成プログラム」を実施。同プログラムでは、2.5か月ほどの短い期間で学習を行い、プログラミング未経験者が経営ダッシュボード (TSUNEISHI Management Cloud) に予測プログラムを組み込めるレベルにまで達成した。

5. DX推進に向けたさらなる展望

DXに向けて「基盤づくり」を十分に進めることで、データやデジタル技術を活用した「イノベーションの創出」というDXのより本質的な段階に移行する準備が整う。すでに述べてきた通り、「基盤づくり」の段階でも組織改革や生産性改善をはじめとするかなりの成果が得られる。ただ、続く「イノベーションの創出」の段階では、よりビジネスに直結する付加価値の高い成果が期待でき、指数関数的な企業成長の展望を描くことも可能になる。

本章では、ケーススタディの結果を踏まえ、「基盤づくり」という最初のゴールに到達した先にどのような企業成長の展望を描けるのか、次の3つの方向性を提示したい。詳細は後述するが、ケーススタディ企業の場合は、(1) 自社のビジネスモデルを変革して企業成長につなげると共に、(2) そうした企業成長を支えるDX人材の確保・育成に取り組み始めている。さらに、(3) 自社だけでなく企業間のデータ連携を通じたビジネス・エコシステムの構築にまで視野を広げている企業もある。なお、ここで示す3つの方向性は、ケーススタディ企業の中でいまだアイディア段階に留まっていたり、新たな課題に直面して停滞していたりするものも含まれている。しかし、社内に構築された組織的な「基盤」がしっかりと拠り所となっているため、決して「机上の空論」ではなく、地に足のついた現実的な展望として具体的な実践を伴いながら進められている。

(1) ビジネスモデルの変革

「イノベーションの創出」の段階では、企業成長という目的がより強く前面に打ち出される。企業成長に向けては、データやデジタル技術を活用して新たな価値を創出したり、そうした価値を顧客に提供してマネタイズする仕組みを構築したりといったビジネスモデルの変革がまずは必要になる。

ケーススタディ企業では、「基盤づくり」を通じて社内に蓄積された様々な組織能力や経営資源を活かしながら、従来の製造業にはない新しいビジネスモデルへの変革が模索されており、すでに成果も現れ始めている。たとえば、既存の「製品」に加えて、データやデジタル技術を活用した「高度な知識」をコンサルティング・サービスの形で販売するなど、ものづくりとデジタル双方の強みを活かしたビジネスモデルへの変革を進めている企業がある。また、全てを社内で完結させるのではなく、協調できる領域を見定めた上で、積極的に他社とのオープン・イノベーションを進める方向でビジネスモデルの変革を図っている企業もある。

なお、主に自社の中で進む「基盤づくり」とは異なり、こうしたビジネスモデルの変革では、顧客をはじめとする外部との関係の見直しも迫られることになる。それゆえ、特に製造業の場合は、「サービスは無料が当然である」や「自前主義こそが強みである」といった上記の新しいビジネスモデルとは相反する考え方が根強いいため、これらをいかに解きほぐして、お互いに魅力があるビジネスモデルとしていけるかが課題になっていると考えられる。

◆三松

- ・ 社内で活用を進めてきた生産管理システム（SINS）を2019年に刷新して外販できるようにした。現在では、SINSに限らず様々なシステムを外販しているが、システムは運用が肝であるため、どのように活用するのかを顧客に寄り添いながら提案するコンサルティング・サービスと一緒に販売している。

◆旭鉄工（iSTC）

- ・ 2016年に設立した新会社 i Smart Technologiesでは、自社開発したIoTモニタリングサービスであるiXacsとその運用、さらには労務費削減やカーボンニュートラルに向けたカイゼン活動のコンサルティングを提供しており、すでに200社以上の導入実績がある。

◆シナノケンシ

- ・ 2018年の100周年を機に、次の100年をどう生き残るのかという長期戦略「BV100（Beyond Vision100）」を立案した。その中で、自社単独で新市場創出に挑戦するのではなく、社外の関係者と協力しながらオープン・イノベーションで新しいビジネスモデルを作る取り組みを進めている。すでに協業実績も出てきており、自律走行搬送ロボットAspinaAMRは2023年秋の量産を目標に、2023年3月から数量限定の販売を開始している。また、東大発スタートアップと連携し、小型人工衛星の姿勢制御に用いるリアクションホイールの共同開発も進めている。

（2）企業成長を支えるDX人材の確保・育成

イノベーションを創出するためには、ビジネスモデルの変革と並行して、企業成長を支えるDX人材の確保・育成も必要になる。ケーススタディ企業でもその萌芽が見られ、製造業の伝統的なイメージとは異なる人材が次々に活躍を始めている。

たとえば、「基盤づくり」の過程で複数のDXプロジェクトが進められた結果、データやデジタル技術を用いた課題解決に精通し、なおかつ、組織間の調整にも長けたリーダーの確保・育成につながるといったケースが考えられる。DXに関する知識と経験を備えたリーダーが将来の経営幹部となって主導的な役割を果たしていくことで、イノベーション創出のより一層の加速が期待できる。

また、データやデジタル技術の社内での実装に直接関わった現場作業員の中から、自社開発したITシステムを他社に外販したり、その導入を支援するコンサルティング・サービスを提供したりできる人材が育つというケースも考えられる。こうした人材が社内に揃うことで、（1）で指摘した、ものづくりとデジタル双方の強みを活かしたビジネスモデルへの変革が可能になり、すでにケーススタディ企業でも数多く登場してきている。

ただし、産業全体の傾向としては、製造業はもちろんのこと、外部パートナーとなるITコンサルタントやITベンダーにおいても恒常的にDX人材は不足している。したがって、リスクリングなどを通じたDX人材の確保・育成が「待ったなし」の状況になっている。特に、ITベンダーにおける人材不足はかなり深刻であり、一部のケーススタディ企業からは、今後、中堅・中小製造業の間で優秀なITベンダーの奪い合いが生じ、DXがますます進まなくなるリスクを懸念する声が寄せられている。

◆三松

- ・ 社内で動いているシステムをSEが内製で構築していった結果、派生ビジネスとして様々なシステムを外販できるまでの技術力が培われていった。なお、システムの外販に当たり、製造業としての知見が大きな強みになっており、ITベンダーにはできない提案が可能になっている。顧客の業務を十分に理解した上で、互いに腹落ちできる落としどころを探るコンサルティング・サービスは、自らも製造現場を抱えて日々業務に取り組んでいるからこそその付加価値である。

◆旭鉄工 (iSTC)

- ・ i Smart Technologiesでは、旭鉄工の製造現場で実際にカイゼンに取り組んでいた社員11名に出向してもらい、コンサルタントとなってもらっている。こうしたコンサルタントが中心になって仕組みやノウハウを蓄積しており、現在では、データを活用しながらカイゼンができる組織風土作りまでを支援するサービス (KaaS: Kaizen as a Service) を1つのパッケージとして提供できるまでになっている。こうしたサービス提供を行うに当たり、旭鉄工という製造現場の母体があり、その中で数多くのカイゼンや人材育成に成功してきたという経験値が強みとなっている。

(3) 企業間のデータ連携を通じたビジネス・エコシステムの構築

DXが進んだ先で、最も発展的なイノベーションの可能性を秘めているのが、企業間のデータ連携を通じたビジネス・エコシステムの構築である。このビジネス・エコシステムにおいては、産業構造そのものが大きく作り変えられ、業種や業態を問わず様々な企業がデジタル・プラットフォーム上で相互にデータを活用し合うことが想定されている。その結果、1社単独では決して生み出せないような価値が共創されて社会や顧客に提供できるようになる。たとえば、製造業では、サプライチェーン全体でデータを連携させてエネルギー効率を最適化したり、レジリエンスを強化したりといった価値提供が実現しうる。また、製品の製造から廃棄、リサイクルまでのデータを連携させ、サーキュラーエコノミーの実現に貢献するといった価値提供も考えられる。

ケーススタディ企業の中にも、こうした企業間のデータ連携を通じたビジネス・エコシステムの構築までを視野に入れて取り組みを進めているところがすでに存在している。いまだその多くが構想段階ではあるものの、具体的な取り組みが進み、実際にデジタル・プラットフォーム上でデータを連携させつつある企業もある。

しかし、企業間でデータを連携させることについて、明確なルールや合意が形成されているわけではない。特に、製造業が取り扱う産業データは、競争力に直結することが多いため、大半の企業がデータ連携にまだ警戒心を示しているというのが実態である。こうした警戒心を解くためには、データの保護と流通をいかに両立させるかがカギを握っており、そのためには、各企業の取り組みに加えて、産業界や政府といった外部からの働きかけも重要になると考えられる。

◆旭鉄工 (iSTC)

- ・ iXacsで収集したデータを他産業とも広く共有して社会インフラとする構想を描いている。たとえば、金融機関と共有すれば、金融機関は取引先の製造ラインのモニタリングデータをリアルタイムで把握でき、事業性評価に活用できる可能性がある。また、複数企業のデータを集約してインデックス化すれば、主要な経済指標が発表される前に、数か月先の景気動向を予測することにも使えるのではないかと考えている。

◆シナノケンシ

- ・ オープン・イノベーションの一貫として、製造現場向けの自律走行搬送ロボットAspinaAMRの開発を進めている。合わせてNICOLLAP（一般社団法人長野ITコラボレーションプラットフォーム）の指南を受けながら、DXを絡めた新しいビジネスモデルとしての立ち上げを模索している。具体的には、ハードウェアであるロボットの販売だけに留まらず、顧客とデータ連携させて遠隔操作したり、走行データのレポートを提供したりといった、プラットフォーム型のビジネスモデルの構築を目指している。

◆常石造船

- ・ 2022年11月に、三井物産やJDSCとともに合併会社seawise株式会社を立ち上げた。同社のオープン・プラットフォームで船舶の修繕履歴データを共有し、最適なメンテナンス・サービスの提供を目指している。このオープン・プラットフォームが他社の修繕ヤードにも広がっていくことで、最終的には、船舶の「顧客生涯価値（Life Time Value）」向上に貢献できると考えている。

◆ダイセル

- ・ ダイセル式生産革新の取り組みを会社全体やサプライチェーン全体の最適化へと広げることを目標としている。最終的には、現在、研究開発を進めている木材を常温常圧で溶かす技術も活用しながら、「バイオマスバリューチェーン」という1次産業（農業、林業、水産業）と2次産業（化学産業）を巻き込んだビジネス・エコシステムを構想している。

第2部 ケーススタディ編

事例Ⅰ：鍋屋バイテック会社 *

講演者	常務取締役 丹羽 哲也 氏
所在地	岐阜県関市
従業員数	414名(2022年12月時点)
売上高	115億円(2022年12月期)
創業・設立年	1560年
事業・会社概要	・ 岐阜県関市に本社を置く機械要素部品メーカーで、各種プーリー（滑車）およびカップリング、レバー、ノブ、特殊ネジ等の機械要素部品の製造を手掛けており、主力事業のプーリーの国内シェアは7～8割に達する。 ・ 創業は織田信長が桶狭間の戦いにおいて今川義元を破った1560年にまで遡り、鍋、釜、燈籠、鐘などの鋳物をつくり続け、1749年には朝廷から「御鋳物師」の免許を授かった記録もある、460年を超える伝統を持つ企業であるが、「どんどん変えよう、すばやく化ろう」という企業スローガンのもと、変化を恐れず、何事にも挑戦する組織文化を併せもっている。 * 登記上の正式名称は鍋屋バイテック株式会社。同社では、Companyの日本語訳である“会社”を取って通称として使用している。Pan（パン）を共に（Com）食べる仲間という語源が意味する通り、株式のみでつながった関係ではなく、社員を大切にする姿勢を持ち続けたいという意思を示している。

「2025年の崖」に直面 ～レガシーな基幹システムへの危機感

直面したDXを阻む壁①：複雑化・ブラックボックス化し、プログラマーも不足

- ・ 同社では2005年頃より、国内市場向けには「多品種微量生産」による差別化を目指して「寿司バーコンセプト」という独自の経営戦略を掲げてきた。これは、高級寿司店がカウンターに座った客の注文に合わせて1個1個寿司を握るように、顧客の要望に合った製品をすぐに提供する考え方である。同社は標準品と特殊品を合わせて十数万点以上もの製品を製造しているにもかかわらず、当日14時までに受けた注文は1個からでもすべて即日出荷できる体制を構築できている。
- ・ この「寿司バーコンセプト」を可能にしたのは、1997年から基幹システムとして採用してきたIBM社製の「IBMiシリーズ」の存在が大きい。IBMiでは「RPG (Report Program Generator)」という言語が使われている。RPGは非常に柔軟性に富んだコーディングがやりやすい言語のためスクラッチ開発（パッケージなどではなく、ゼロからオリジナルで開発）しやすく、その時々々の事業環境に合わせて改修を繰り返しながら、多品種微量生産・即納といった同社の特殊なビジネス環境に高度に適合するシステムの構築を可能とした。
- ・ しかしながら、あまりに環境適合性に優れていたが故に、その都度カスタマイズしてきた基幹システムの中身はブラックボックス化しており、DXに取り組もうにも現基幹システムの中身が分からないという状態に陥っていた。かつ、RPGというプログラム言語はIBMシステムに限定された言語で、市

場としては小さいため、若いシステムエンジニアは学ぼうとしない。RPGプログラマーが減少・高齢化の一途をたどっており、今後も現基幹システムを使い続けようとしても、改修できるプログラマーがいなくなり、将来の事業展開に支障をきたすという、経済産業省のDXレポートで指摘された「2025年の崖」が迫っていた。

- ・ このように、これまで同社の成長を牽引してきた基幹システムが、2016年頃から一転して、同社の今後の成長を阻害するリスク要因、DX戦略を阻む壁として立ちはだかってしまった。

直面したDXを阻む壁②：長期的かつ多大なIT投資への社内コンセンサス獲得の難しさ

- ・ この問題を踏まえ、同社では過去二度にわたり基幹システムの刷新に向けた検討を経営会議で行ったが、いずれも本格的なシステム刷新には踏み込まないという意思決定がなされた。現状のビジネス環境に高度に適合し、むしろ完璧に稼働している基幹システムを刷新する必要性について社内コンセンサスを得ることは非常に困難で、かつ、当時のベンダーから提示された多額の開発経費（数億円）と長期の開発期間（約4年半）もそういった困難さに拍車をかけることとなった。

鍋屋バイテック会社に学ぶヒント①：基幹システムの刷新を、経営課題に落とし込む

- ・ 基幹システムの刷新は経営会議で二度にわたり見送りとされたものの、将来の拡張性に危機感を持つ若手有志グループが中心となって再度、経営会議に提案書を提出した。ただし、提案書のテーマは基幹システムの刷新ではなく「物流大改革プロジェクト」であった。
- ・ 同社は2011年頃から中国をはじめとする海外市場へ進出し、グローバルマーケットへの対応も迫られていた。同社の「寿司バーコンセプト」は多品種微量生産、即日出荷を中心とする国内ビジネスでは通用するが、海外では多品種・即納に加えて、中量生産にも対応できることが求められており、特に物流部門へ大きな負荷がかかっていた。このままでは売上の伸びに比例して物流に係る人件費や経費が膨らみ続けることを数字で明らかにし、国内市場と海外市場の異なるニーズに対応できるロジスティクスのあるべき姿を構想し、この構想実現のために解消すべきボトルネックの一つとして基幹システムの刷新を織り込んだ。
- ・ 「基幹システムのレガシー化」という、ITに詳しい一部のメンバーだけが共有できる危機意識で進めようとしても合意形成には至りにくいが、物流部門の負担増という誰もが理解しやすい経営課題へ落とし込み、その課題解決には基幹システムの刷新が必要という話の展開へ持ち込んだことで、経営会議の了承も得られ、結果的に経営幹部からのサポートが得やすい状況をつくりだした。
- ・ 同社では、こうした具体的経営課題に即した合意形成こそが、DXという長期的な取り組みの火を途絶えさせないために必要だとしている。

ITコンサルやベンダーを見極め、その力量を最大限引き出す

直面したDXを阻む壁③：社外専門家の課題 ～ベンダーはピンキリ、キャパも限られる

- ・ 「物流大改革プロジェクト」では企画・立案の段階から物流専門のITコンサルタントにパートナーとして参画してもらう必要があると考えた。過去二度にわたり経営会議に基幹システム刷新を提案した際は長期かつ多大な投資を伴うにあたっての費用対効果の予測が極めて難しく、短期的にみて

経済合理性のある経営判断に流れやすいとの反省もあり、信頼できる「プロ」の視点を入れて現状の課題を整理し、必要な施策をきちんと洗い出す必要があると考えたからである。

- ・ また、ベンダーヘシステム開発を依頼する際には、きちんとした提案依頼書（RFP: Request For Proposal（発注者が開発側に対して提出する提案依頼書））を提示する必要がある。このRFPを自前で作成するのは難しく、鍋屋バイテック会社が考えている構想をITコンサルタントによって言語化してもらう作業が必要不可欠と考えた。

直面したDXを阻む壁④：社内人材の課題 ～ITコンサルやベンダーとの橋渡し役が必要

- ・ 同社はIT人材の本来の価値を適切に理解できていなかった時期があり、「IT推進室」というセクションもあったが、仕事といえばパソコンやプリンタといった情報機器やサーバーのメンテナンスで、「本来業務でない業務であれば外部業者に委託すればよいのでは（IT推進室は不要ではないか）」という意見もあったという。
- ・ しかし、DXを推進するにはITコンサルタントやベンダーとの橋渡しをする社内人材が必要不可欠であった。社内にはITに馴染みがない社員もまだ多く働いており、デジタル化へのアレルギーを持つ社員もいる。ITコンサルタントやベンダーの提案をそのまま現場に持ち込んでも十分に伝わらないことが往々にしてあり、鍋屋バイテック会社のビジネスや日々の業務に上手く落とし込んで説明できる「翻訳者」がどうしても必要となる。このような橋渡しとなる「翻訳者」は、自社をよく知る社内のIT人材として育成・確保する必要があった。

鍋屋バイテック会社に学ぶヒント②：ITコンサルやベンダーとの協力関係をDX推進のエンジンに

- ・ ITコンサルタントの選定にあたっては、書籍やセミナーなどから得た情報をもとに優秀なITコンサルタントを自ら探し出したが、コンサルタント会社という「企業」を評価・選定するのではなく、誰にプロジェクトリーダーとして担当してもらえるかというところまで徹底して調べたという。
- ・ また、ITコンサルタントには眼前の「物流大改革」だけではなく、より包括的で長期的なDX構想についてもあらかじめ説明し、継続的な関係構築が可能かどうか確認した上で契約を締結している。外注先ではなく、同社のDXを推進する上でのパートナー選びとなるため、ITコンサルタントの選定にはかなりの労力をかけ、現場もしっかり確認したという。
- ・ ベンダーの選定についても、事後の軋轢を回避するため、業者選定方法を明確にし、時間をかけた選考を実施している。まず、RFPの説明会を開催し、それを踏まえてベンダーから提出される提案書进行分析・評価し、ベンダーからのプレゼンを踏まえて社内で経営層やプロジェクトメンバー、さらにコンサルにも加わってもらい、投票で選定を行った。相見積もりによる価格を比較するだけではなく、内容を十分検討した上での総合評価を行い、最終的に社長承認を取るという丁寧なプロセスを踏んでいる。そして、ベンダーを単なる外注先とみなすことなく、ITコンサルタントと同じような深い関係性を構築している。ベンダーに対しては将来的な基幹システムの構想も示し、10～20年先までの長期戦略パートナーとして一緒にやっていきたいという姿勢を明確に示した。
- ・ また、日本はIT人材が枯渇しており、ベンダーはキャパ不足という不安もあったことから、ベンダーの選定にあたっては海外のIT人材を活用できているかという点も重視した。日本人だけでやっているベンダーに依頼するのは、鍋屋バイテック会社の包括的かつ長期的なDX構想を考慮した場合、

むしろリスクになると考えたからである。結果として、同社は海外要員を多く抱えるベンダーを選択し、契約締結を行った。長期的に安心して仕事を任せられるパートナーを選ぶには、そのパートナーの持続可能性にも留意する必要がある。

鍋屋バイテック会社に学ぶヒント③：社内人材を「翻訳者」に育成

- ・ せっかく優秀なコンサルタントやベンダーを確保しても、それを現場に落としこむには「翻訳者」が必要となるため、社外のITコンサルタントやベンダーとの協力関係を構築しつつ、同時並行しながら社内人材の育成にも力を入れてきた。
- ・ 当初は若手社員を中心に、ITがある程度わかりそうな人材をDX推進部署にかき集めて教育を行った。部署名は、そもそもDXありきではなく、経営課題ありきなので、当初は「売る力DX推進室」という名称とし、語頭に「売る力」と付け加えることで、DXがバズワードとして一人歩きしないよう留意した。
- ・ また、“DXで劇的な改善や効果が生まれるという誤解を含んだ過度な期待”を受けて担当者がプレッシャーを感じないよう、中堅社員をプロジェクト責任者に抜擢し、古参の役員はあまり口を出さずに、極力その者に任せるように配慮している。

今後の展望と課題

デジタル・リボーン・プロジェクトとして全社展開へ

- ・ 「物流大改革プロジェクト」としてスタートした鍋屋バイテック会社のDXは、2020年8月にはバリューチェーン全体にまで拡張する経営方針が示され、「デジタル・リボーン・プロジェクト」と名付けられた。現行の「製造と物流の一体化システム」に加えて、その上流で顧客接点となる見積システムや、販売管理や購買管理などを含む基幹システムを構築・刷新する個々のプロジェクトも立ち上がり、それぞれに各部署の精鋭を集めた強力な推進体制が整えられていった。
- ・ 2022年現在は、25年ぶりに刷新される大規模システムへの切り替えが進められており、2023年5月にはN-COREと呼ばれる新たな基幹システムの正式稼働が予定されている。なお、N-COREへの切り替えに伴う一時的な効率低下は許容しており、心配する現場への事前説明も繰り返し丁寧に行い、システム刷新に伴い「こんなこともできる」と前向きなメッセージを発信するなど、現場でしっかり活用してもらえるような導入方法を心掛けている。

データドリブン経営の実現

- ・ 「デジタル・リボーン・プロジェクト」で実現しようとしていることは、あらゆるプロセスにおけるデータの利活用の推進である。経営の意思決定の精度向上や経営効率の飛躍的な向上に寄与するよう、蓄積されたデータを経営資産として活用する環境を整備する。
- ・ その本質的な狙いは、データに基づいて、最終的な在庫形態を把握して運転資金の増大を抑制しつつ、多品種変量短納期対応を実現するところにある。
- ・ データドリブン経営は2030年をゴールに据えて、4つのフェーズから構成されている。2020年はまだフェーズ0で、データ不足・連携不足の状態であったが、2022年は黎明期でデータ連携を実現させ、2025年は普及期でデータの民主化（誰でもデータを活用できる）を実現する。そして、目標

年である2030年は拡大期として位置づけ、データが武器になる経営の実現を目指している。

- ・ なお、同社は現在データドリブン経営に向けて新たなベンダーを探しているが、国内にはよいパートナーが見つからず、海外企業へも声かけを始めている。DX推進にはベンダーとの協力関係が不可欠であり、日本のベンダー不足は今後の大きなリスク要因だとしている。

事例2:株式会社三松

講演者	代表取締役社長 田名部 徹朗 氏
所在地	福岡県筑紫野市
従業員数	181名(2022年6月時点)
売上高	32億円(2022年6月期)
創業・設立年	1972年
事業・会社概要	・九州名産の葉たばこ乾燥機の製造で創業。現在は各種機械の外側となる金属部分を製造する「パーツ製造部門」と、企画・設計から部品加工、溶接、塗装、最終組み立てまでを一貫して対応する「開発・OEM生産部門」の2つがビジネスの柱。 ・パーツ製造では半導体製造装置、水産業向け乾燥機、加工機、食品製造機械、異物検査機械、医療用機器など多分野にわたる各種メーカーを得意先としている。OEM生産では生産ラインに利用されるロボットが主力製品であり、食品製造機械業界や医療器械製造業界が得意先となっている。 ・OEM生産は「小ロット製造代行サービス」を謳っており、1個生産からでも対応可能で、月間製造10万点のうち70%が1点モノという特徴的なビジネスモデルを展開。

長期熟成型DXの黎明期 どこよりも早くオフコンを導入

直面したDXを阻む壁①: ハードウェアの延長ではコンピュータを使いこなせず

- ・三松は現社長である田名部氏の父親が創業した会社である。先代社長は新しもの好きで、レーザー加工機も九州地域でいち早く導入したことで仕事が集まるようになったことから、この成功体験に基づき、1993年に生産管理にオフコンシステムを導入した。当時、中小企業でオフコンを導入しているところはほとんどなかった時代である。
- ・社外のベンダーに依頼して従業員へのヒアリングも行い、属人化していた業務フローをまとめてシステム化し、オフコンを用いて原価管理をしようとした。ところが、そもそも社内にコンピュータを理解できる社員はゼロ、使いこなせる人材もいなかった。
- ・また、当時はまだ端末の価格も高かった。ただのテンキー入力システムが1台300万円もした。そのため、本来は端末を1人1台導入したかったところ、40人に1台の端末導入にとどまり、データ入力のために端末前に社員の行列ができる始末であった。そのうち、従業員はデータを入力しなくなり、システムという箱モノはできたものの、データのインプットがないため、アウトプットも出ない。オフコン導入から1カ月もたたないうちに使いものにならなくなってしまった。
- ・それまで、自分の作業日報も書いたこともなく、テンキーすら使ったこともない従業員に、いきなりテンキーで日報を入力しろというのは、しょせん無理な話であった。

直面したDXを阻む壁②：再挑戦するも、再稼働ありきで IT 人材不足で、企業戦略も不在

- ・ 1997年に入社した現社長の田名部氏の最初の仕事は、数千万円もかけて導入したにもかかわらず稼働できていなかったこのオフコンを動かすことであった。しかし、社内にオフコンを動かせる人材は育っておらず、再スタートを切ろうにもシステムがわかる人材がいなかった。オフコン導入時に、ベンダーとのやりとりの窓口となっていたのは同社の設計課長であったが、設計者でCADを扱えるのでシステムもわかるだろう、という理由だけで窓口担当を任せていた。
- ・ また、オフコンの再稼働ありきで、そもそもオフコンを使って何をやりたいか、が明確に定まっているわけでもなかった。ちょうどこの頃、田名部社長は国が設置した「大手企業からリストラされた人材を中小企業で活用しよう」という研究会に参加しており、その研究会では、人材流動のミスマッチは受け入れ側の中小企業にも原因があり、求める人材像をはっきりさせるためにもまずは企業戦略の策定が必要だ、という結論を出していた。このことはオフコンの再稼働にも重なってみえた。

直面したDXを阻む壁③：デジタル化に伴う組織の軋轢

- ・ 93年にオフコンを導入する際、「中小企業なのにいったいコンピュータで何をするの？」と社員は首をかしげていたが、新しいことをやること自体については、会社の風土もあって抵抗感はなかったという。レーザー加工機の成功体験をもとに、他社にないシステムをいれることが優位性と思い、常に新しいシステムを導入し続けてきたからである。「九州では他はやっていないよ」「国内では他にはないよ」という謳い文句に踊らされるところは同社のよい文化といえる。
- ・ しかし、97年にオフコンの再稼働に取り組む中で、「自分はこんなことをするために三松に入ったのではない」「こんなのは仕事ではない」「ついていけない」と2名の社員が辞めてしまった。辞めた社員はシニアではなく、20代後半、30代後半の若手・中堅だった。当時はまだパソコンも個人で所有する時代ではなく、社員は皆パソコンに慣れていない。そのような中で、高齢なシニア社員はむしろ珍しがってパソコンを使ってくれたが、意外にも若手が反発した。

三松に学ぶヒント①：システム導入の目的に立ち返る ～勘と経験に頼った経営から脱却

- ・ 再稼働に挑戦する際、そもそも何のためにシステムを導入するか、オフコンで何をやりたいのか、を考えた。
- ・ まず、当時は田名部氏自身が課題を抱えていた。97年に後継者として入社したものの、手掛けていた仕事の値段が分からなかった。先代は製品を見たら「いくらの上になるか」「儲かっているのか」が分かるが、自分はさっぱりわからない。モノの値段が分からないのに、社員に「ちゃんと作れ」とか、「速く作れ」と言うのもどうかと感じていた。時間コストの目安もないまま、速い・遅いと指示出しするのではなく、目安を設けて、1時間で作れるものは1時間で作ろうと言える根拠があった方がよい。また、今月は儲かったのか、儲からなかったのか。儲からないなら、何が悪いのか、が分かるようにしたい。オフコンを使って、ビジネスの神経回路が分かるようなものにしたいと考えた。
- ・ その結果、やりたいことを大きく2点に整理した。まず1点目が「原価管理」である。一品一品がいくらで生産できているかを分かるようにしたかった。2点目が「(仕掛品の)所在の把握」である。今、そのモノがどこにあるか、所在をはっきりさせたかった。いつA工程で、いつB工程に入ったか、今は

どの工程にモノがあるのか。指示通りにモノが流れているかどうか。このように、原価管理と所在管理ができれば、「小ロット製造代行サービス」を謳う一品一品の生産体制でも、今モノがどこを流れているか、いくらでつくれているか、という管理ができるようになると考えた。

- ・ このように、原価管理と居所管理を行うシステム開発をすることが多品種少量生産には有効だと明確な目標を定めて、改めて再スタートを切った。

三松に学ぶヒント②： 社内にITエンジニア人材を確保し、育成

- ・ 再スタートを切るにあたっては、同社のオフコンを手掛けたベンダーに依頼し、そのベンダーと一緒に働いていた個人事業主のようなシステムエンジニアに契約社員として入社してもらうことにした。社内でプログラムがわかる人材を確保できたことで、ようやく再スタートを切れる体制が整った。
- ・ 現在、三松には4名のシステムエンジニアが在籍しており、マクロも使えるレベルの社員も4名いる。システムエンジニア4名のうち2名は高専卒で、当初は現場作業にあたっていたのを、プログラムを一から教えながら社内で育成した。戦略的にIT活用に取り組んできたことがこうした学生の採用・定着に有効に働いている。
- ・ システムエンジニアではないが、設計や制御にもデータを分析したらどのようなアウトプットが得られるかという発想ができる社員も増えつつある。最近では制御を専攻した学生も、制御情報といって制御プログラミングを学んできているという。

三松に学ぶヒント③： 失敗を教訓として生かす ～現場本位のスモールスタートで

- ・ 93年当時はいきなりオフコンを導入するというビッグスタートを切った。テンキーがついた専用端末を工場内に設置し、生産管理に従事する従業員に必要なデータを入力してもらう段取りであったが、専用端末は1台300万円もしたため工場内の2か所に設置しただけであったため、混雑すると端末の前に列をなして入力しなければならず、納期に追われる従業員にとっては負担となり、気づいたら紙とペンで必要なデータを書き込むという従来の方法に戻ってしまっていた。この失敗を教訓として、再スタートは情報システムありきではなくスモールスタートを心掛け、まずは業務のあり方そのものを見直すところから着手し、作業者本位の現場で簡単に使えるデジタル化を目指した。
- ・ まず、模造紙にカレンダーをつくり、納品する製品ナンバーを書いた付箋紙をペタペタと貼り、いつまでに何を納品すべきか確認できるようにした。それを見ながら、「この仕組みであれば自社でシステム化できそうだ、外注するのももったいないので自分たちでやりましょう」と内製化による開発がスタートした。とはいえ、すぐ高度な技術に頼るのではなく、MicrosoftのAccessのように、慣れ親しんだツールに紙から管理を移し替えていった。なお、93年～97年にかけてITテクノロジーが進化したことも、再スタートを切る上での追い風となった。93年当時はまだオフコンがメインであったが、95年あたりからクラウドサーバーへと潮流がシフトし、97年頃にパソコンが個人宅でも使えるような環境が整い始めて、MicrosoftのAccessを使うといった流れはごく自然なものとなっていった。
- ・ また、バーコードで読むだけ、といった具合に、現場の作業者が容易に入力できる工夫を行うなど、デジタル化のために特殊な作業をできるだけ発生させないようにした。

- ・ デジタル化のための環境整備や社員教育にも力を入れた。個人にまだパソコンが十分普及していない時代でもあり、まずはパソコンに使い慣れてもらう必要があると考え、ゲームをしてもよいし、好きなウェブサイトを開覧しても構わないとし、パソコンを好き勝手に使ってもらようにした。パソコンが好きになればパソコンの操作方法も上手くなっていくだろう、そのためにはまずはパソコンに慣れてもらうことが必要と考えた。会社に行けば、自宅にはないパソコンが何台もあって自由に触れられるということで、それだけで喜ぶ社員もいた。
- ・ 日報についても、最初の半年間は紙に記載した日報を後でバッチ処理のために入力するというやり方で、紙とシステムを同時並行して進め、約1年後に完全にデジタル入力へと移行させた。また、単に「日報を入力せよ」と指示するのではなく、日報をどうつけたらよいか、というところから教育した。

三松に学ぶヒント④： データは人事考課に紐づけたり、新サービスに結び付ける

- ・ 同社の人事評価は話し合いで評価するなど、どうしても職場の上長の主観に影響されるところが大きく、数値的な評価を導入したいと考えていた。デジタル化を進める過程で、「こんなのは仕事ではない」と辞めてしまった社員もいたが、「仕事」そのものを評価につなげる必要があるのではと考え、システム開発は人事評価と抱き合わせできないかと検討を行った。社員が入力したデータは会社の業務改善に活用するだけでなく、個人の評価や賞与にも活用することで、主観を排除した公平感のある人事考課に結び付けられないかと考えた。
- ・ そこで、再スタートするにあたり、社員が入力したデータを活用すれば個々人の生産性を測る指標としても活用できるので、単に会社が業務として使うだけでなく、社員皆さんの人事評価のデータとして使いますと説明し、人事考課とセットで新たなシステムを導入することを表明した。勝手に（都合のよい）データを入れられるのではという懸念に対しては、モニタリングすることで対応した。例えば、タイムカードと入力データとの乖離があるかどうかをチェックし、不公平感が出ないように留意した。
- ・ 人事考課との紐づけは会社が一方的に進めたわけではなく、「入力してもらったデータを人事の評価に活用する方法はどうだろう？」と社員に投げかけたところ、結果として、それを前向きに受けとめる社員が多かったため導入を決めたという。
- ・ 同社の場合はむしろ人事考課に絡めたことがプラスとなった。社員はデータをきちんと入力することで、作業の生産性が数値として見える化でき、それが業務改善にもつながり、頑張れば自身の賞与にも反映される。数値の変化に自分の成長を実感でき、さらに成長することで給料としても自分にはね返る。やっただけ反映されるという期待感があり、うまく相乗効果として回っていった。今ふりかえると、このプラスの好循環こそがDXだったと同社は実感している。
- ・ 新入社員には、システムへの入力方法について丁寧な研修を行っている。インプットの品質は全体のアウトプットの信憑性にかかわってくるので、システムへのインプットについては、かなり厳密に行うよう指導している。
- ・ また、システム導入を人事考課と絡めたことで、考課者訓練も実施し、人事考課の位置づけを幹部メンバーで共有するよう努めている。
- ・ なお、人事考課に紐づけるだけでなく、SINSから得られるデータで自社の持つ技術の把握が可能になり、それが新規開拓のヒントになったりもしている。また、SINSから得られたデータを解析す

ることで1つ1つの製品の仕掛時間と加工時間が正確に把握できるようになり、それを分析した結果、ほとんどの製品で正味の加工時間はまる1日もかかっていないことがわかったため、仕掛時間を限りなくゼロに近づけることで超短納期がビジネスとして成立すると考え、「超短納期の新サービス(Super Express)」を開発し、スピードを対価として認識してもらえる顧客向けに提供している。営業ベースで2週間ほどかかるリードタイムを1~2日に短縮して納めるサービスで、現在、この超短納期サービスが収益の約2割を占めるに至っている。

今後の展望と課題

システムの刷新・外販

- ・システムの増改築を続けてきたので、97年に再スタートを切った同社のシステムはかなり複雑化し、重たいものとなってしまっていた。生産システムの基本的な考え方は当初から変わっていないが、異なる開発環境で作ったものを無理矢理ドッキングさせてきた上、97年当時からIT環境が大きく変化していることもあり、2019年に基幹システムの刷新を行った。
- ・システムの刷新を実施した背景には、同社のシステムに対して「売ってほしい」との要望を受けたことも関係している。システムの増改築を繰り返してきたため、外販したいパーツだけを切り離すことができず、商売したくても売れない状況に陥っていた。
- ・現在稼働している「三松統合生産管理システム(SINS)」は、今工場のなかで何が起きているかを見える化でき、経営者が今確認したい情報をタイムリーに確認することができる。「受注処理」「材料・外注の発注・受け入れ処理」「出荷処理」だけではなく、「工程管理」等の製造に関わるすべての作業を一元管理でき、原価管理のモニタリングもできる。統合システムとして、すべてがインテグレートされている。

改善コンサルティングサービスの提供

- ・システムはどう活用するかという運用が肝であり、どう使うかはお客様に考えてもらう必要がある。そこで、改善コンサルタントというサービスも一緒に販売して収益化しようとしている。
- ・実際に同社も製造業として日々工場で試行錯誤しながら作りこみを行っており、いわゆるITベンダーにはない提案ができるところが強みになっている。同社のシステムに顧客の仕事のやり方を合わせてもらうというよりも、同社と顧客が互いに腹落ちする落としどころを探るコンサルティングサービスを展開している。顧客側でも「こういうことができたなら」という要望があり、そういう中で、三松がユーザー的な立場でシステム開発ができるところが強みとなっている。
- ・システムの外販にあたっては、売り切りではなくサブスクリプションを採用し、システムを使ってもらっている間は料金が徴収できる仕組みとなっている。
- ・社内体制としては、外販業務をまるごと抱え込むと負荷がかかりすぎてしまうため、メインは同社の社員で対応するものの、外販の一部業務は外注に任せている。やろうと思えば、すべて同社の社員だけで対応できるが、全力投球になりがちなので、外注を活用することで業務負荷のバランスをとっている。

事例3:旭鉄工株式会社 (i Smart Technologies 株式会社)

講演者	代表取締役社長 CEO 木村 哲也 氏
所在地	愛知県碧南市
従業員数	428名(2022年12月時点)
売上高	151億円(2022年9月期)
創業・設立年	1941年
事業概要	【旭鉄工(株)】 ・トヨタ自動車の1次下請け部品メーカー。主な製品は、エンジン動弁系部品やトランスミッション用部品、サスペンション部品、ブレーキ部品、ボディ部品などの自動車部品。積極的な設備導入、新技術導入に注力しており、鍛造、ダイキャスト、粗形材からの切削、溶接、表面処理まで一貫生産体制を確立している。 【i Smart Technologies(株)】 ・2016年、旭鉄工の関連会社として設立。旭鉄工のカイゼン活動で成果を上げていたIoTシステム(iXacs)の外販や導入支援コンサルティングを手掛けている。

旭鉄工(株)としての挑戦

直面したDXを阻む壁①: 社員のいやいや感と反発 ~時間をかける前向きな覚悟が必要

- ・トヨタ自動車で技術者として働いていた木村氏は、2013年に後継者として旭鉄工に入社した。企業変革の一環として、トヨタ式のカイゼンを加速するために、カイゼン活動にIoTを組み合わせることを着想した。その際、「時間当たりの出来高の向上による労務費の削減」という明確な目標を設定した。
- ・2013年の着任早々、まずはカイゼンプロジェクトを立ち上げた。しかし、最初の1年間は社員はやらされ感が満載で、嫌々取り組んでいたという。今でこそ社内SNSなども活用し、「いいね!」と褒めることが社員のモチベーションとなっているが、当時は目標達成に向けて徹底した指示を出すところからスタートしたので「なんでそんなことを言われなければならないのか」と反発する社員もいたという。
- ・2014年からはTPS活動(トヨタ生産方式)を本格的に稼働し、2015年からようやくIoTを活用したカイゼン活動をスタートさせた。一朝一夕にはいかず、いきなり魔法のように社内が変わることはない。社内を変えていくにはそれなりの時間がかかり、反発が起きることはむしろ当然と考え、反発も一定程度許容しつつ進める前向きな覚悟を経営者が持つことが大事だとしている。

直面したDXを阻む壁②: 自社にぴったりのIoTシステムが見つからない

- ・IoTを活用したカイゼン活動に取り組むにあたり、木村社長は教本を読んだり、展示会やセミナーに参加して市販のIoTシステムを見て回ったりした。しかし、自社にピッタリのシステムが見つからな

い。市販のIoTシステムには、①大がかりで高価、②古い機械や設備には対応できない、③現場が欲しいと思うデータを集められない、といった問題点があったからである。

旭鉄工に学ぶヒント①：スモールスタートでよいので好循環の仕組みをつくる

- ・ DXだからといって、立派なビジネスモデルを考えるのではなく、まずは「デジタルで楽をすること」を考え、社員に負担をかけない形で継続できるような取組からスタートした。たとえば、スケジューラーやビジネスチャット、ファイル共有といったグループウェアから活用を進め、“楽をすること”を覚えてもらった。その根底には、「人には付加価値の高い仕事を」をスローガンに掲げる同社の考え方があった。デジタル化できるところはIoTの活用で楽をしてもらい、人にはカイゼン活動の提案を考えるなど、もっと付加価値の高い仕事に集中させたいという想いがあった。
- ・ また、社内で取り組んでくれそうな社員を少数探して「ものづくり改革室」に集めた。そこで成果が出たら皆の前で「褒める」ことで社員のモチベーションを高め、取り組みが継続するようにした。
- ・ DXはIoTシステムさえ導入すれば良いというものではない。スモールスタートでよいので、「まずデータを取得」⇒「グラフ化してみる」⇒「着目点を見出す」⇒「現場に解決法を考えてもらう」⇒「結果が出る」⇒「褒められる」⇒「楽しい」⇒「さらにカイゼンしよう」⇒「カイゼンの加速」という好循環の仕組みを作ることの方が重要だとしている。
- ・ 旭鉄工はビジネスチャット(Slack)を積極的に活用しており、情報共有にかかるコミュニケーションコストを下げているほか、瞬時に情報は共有されるので、常時情報が横展開できている組織となっている。こうしたコミュニケーションコストの削減もカイゼンの加速に役立っているという。
- ・ また、1日1回、決まった時間に必ず「ラインストップミーティング」と呼ぶ、データを見ながら改善点を話し合うカイゼン活動を実施している。IoTを導入してデジタル化を進め、問題点の発見はデジタルで行うのだが、その対策は現地現物で確認して対策することが重要であり、その改善結果をまたデジタルで確認するというPDCAを高速で繰り返す。このデジタルとアナログ(現地現物)の融合とバランスが重要となる。
- ・ また、3カ月単位でカイゼン報告会を行い、ここは社長自身がリアルに現場に出向き、皆で写真を撮ったりするが、その成果はSlackで全社共有され、「社長に褒められました」といった喜ぶ声もビジネスチャットにあがり、すぐに社員に伝わる。紙に印刷して回覧しても誰も読まないが、Slackのビジネスチャットは皆が見る。このように、デジタルとアナログを上手く融合させて、モチベーションが上がる仕組みを作り上げている。

旭鉄工に学ぶヒント②：徹底的な見える化 ～見えない問題点は直らない

- ・ 木村社長はトヨタ自動車の生産調査部に在籍時に、東日本大震災で被災した工場の復旧支援要員として派遣された。現場は混乱していたが、「日本の現場は真面目なので、問題点が見える化されれば勝手に直そうと動く」ということを実感し、この経験から「見えない問題は直らない、つまり、課題は見える化しなければダメである」と考え、以降は「まず、見える化しなさい」という指示を出すようになった。

- ・ 当時はIoTのような手段はなく、復旧支援の現場では紙に必要な情報を書き出すことで見える化に取り組んだ。今の時代であれば「見える化」するための手段としてIoTは極めて有効な手段となる。例えば生産設備の「可動率¹⁾」を正しく把握するにはラインの停止時間を測定する必要があるが、人間がきちんと覚えて記録するには限界がある。何秒で1個生産できるかというサイクルタイムは、ストップウォッチで測らない限りわからず、これを人間がやると大きな負担になる。しかも、人間の目ではサイクルタイム10秒が1秒遅れても判らないが、1秒の違いでも年間の労務費に換算すれば100万円単位で損をしていることになる。こうしたデータ収集をIoTを活用して自動化できないかと考えた。トヨタ生産方式を導入している企業は、何らかのデータを計測するために人を張り付けている。ここをIT化するところから着手し、労務費換算でどの程度のコストが削減できるかの見える化に取り組んだ。
- ・ 基本的に何をやってどうやって解決するかは現場に任せればよく、意思決定者は「何に着目すればよいか」を見極める必要がある。そこは直感だけで判断することは難しく、極力見ただけでわかるようにしなければならない。そのためにも数値化は必要であり、IoTシステムのようなインフラが一度できてしまえば、データを見てすぐにカイゼンに取り掛かることができる。

旭鉄工に学ぶヒント③： 中小製造業の身の丈にあったシステムを開発

- ・ 同社が開発したIoTモニタリングサービス『iXacs』は、労務費に直結するデータを自動収集する仕組みとなっている。コストがかかるため余計なデータは取得せず、「時間当たりの出来高の向上による労務費の削減」という目標に直結する「ラインの停止時間」と「サイクルタイム」のデータを収集することとし、収集するデータを2種類に絞ったことで初期投資や運用コストを削減することができた。そして、2015年から2018年にかけて、100の製造ラインで平均43%の生産能力向上、労務費の年4億円削減、設備投資の累計8億円節減（投資せずに能力増強で補う）を達成することができた。
- ・ データを収集する際、厳密さを過度には追求せず、たとえコンマ数%のズレが発生したとしても、カイゼン活動に活用できるのであれば問題ないと考えた。設備に後付けのセンサーをつけ、センサーから送信機までケーブルでデータを送り、送信機から受信機までは無線でデータを飛ばし、そこからクラウドにデータを上げて分析し、分析結果をスマートフォンに送る。これにより、人手をかけずに問題点の分析を行うことができるようになった。現在は200ラインの稼働状況をモニタリングしている。
- ・ 一方で、電力やガスの使用量を21年9月以降は工場の建屋ごとにモニタリングしている。また、1日ごとの見える化では気づきにつながらなかったが、1時間ごとの見える化、さらに10分ごとの見える化と、データの粒度を細かくすることで問題の気づきにつながっていった。最終的に同社は10分ごとの見える化が問題の気づきにはちょうどよいと判断しており、データを取得する粒度も試行錯誤して身の丈にあったものとしている。
- ・ iXacsで収集したデータは、製造現場だけでなく、経営会議や原価管理部門など全社的に活用しており、経営ダッシュボードをつくり、モニタリングしている全工程、全品番において、付加価値がどうなっているかが見える化でき、問題のあるラインを自動検出できるようになっている。

¹⁾ トヨタ生産方式では一般的な稼働率（かどうりつ）ではなく、可動率（べきどうりつ）を指標としており、可動率とは「動かしたい時に動くこと」を意味する。

i Smart Technologies(株)としての挑戦

直面したDXを阻む壁③：“現状を変えたくない”という意識 ～自分事に仕向ける工夫が必要

- ・ 2013年の「嫌々期」からスタートしたカイゼン活動であったが、IoTを活用して目に見える成果が出始めると、社内でも「こんなにも成果が出るなら、他社でもお役に立てるのでは？」との考えも出始めるようになった。
- ・ 自動車部品製造業は、①CASE、②国内市場縮小（仕事量減少）、③生産人口減少（人手不足）、④カーボンニュートラル対応（対応しないと取引してもらえなくなる）という4つの脅威に晒されている。そこで、旭鉄工で開発したシステムを外販し、顧客や同業他社にも活用してもらおうと、2016年にi Smart Technologies(株)を設立。旭鉄工という概念実証の場（工場）を持つIoTスタートアップとして、現場で使いやすいIoTモニタリングサービスiXacsの販売やIoTを活用したコンサルティングサービスを展開している¹²。
- ・ iXacsは中小製造業の身の丈にあったシステムで、大手ベンダーが開発するようなフル装備で高額なシステムではない。にもかかわらず、工場視察に訪れる企業が多い割には導入が進まない。木村氏が最初に直面した壁は「コスト」や「技術」の壁よりも、「現状を変えたくない」という旧態依然とした「意識」の壁であった。
- ・ 特に、中京地域の自動車産業はまだ堅調なため危機意識が希薄で、同業他社は「取引先についていけば問題ない」「無理して現状を変えたくない」という意識が非常に強く、IoTシステムを活用したカイゼンについて説明しても「すごいね」で終わってしまい、自分事としてとらえて取り組もうという企業は少ないという。IoTを活用した生産性向上は、眼前に仕事がある現状においては、差し迫った経営課題として刺さらないことを痛感した。

i Smart Technologiesに学ぶヒント④：“カーボンニュートラル”で攻める

- ・ そこで、木村氏は自動車部品製造業が対応を迫られている「カーボンニュートラル対応」に着目した。最近ではメーカーから系列各社に向けてCO2排出量に関連するデータの提出を求められたり、具体的なCO2削減要請が来たりするなど、カーボンニュートラルへの対応が待たないとなっているからである。
- ・ 旭鉄工ではカイゼンにIoTを活用することで、労務費削減の副次的効果として電力消費量が削減できていた。同社工場の200ラインにiXacsを稼働させ、電力とガスの消費量がモニタリングできる状況となっている。現在は、10分ごとのリアルタイムのCO2排出量が視覚化されており、その結果、製造ラインごと、製品1個ごとのCO2排出量が計算できるようになっている。
- ・ なお、CO2排出量を見える化する際の工夫として、同社はトヨタ生産方式のやり方に着目した。トヨタ生産方式では作業は付加価値のある「正味作業」と、付加価値はないがやらねばならない「付帯作業」、そして「ムダ」の3種類に分けている。CO2排出量も同様に考え、どうしても排出しなければ

¹² なお、『iXacs』は外販するにあたっては商品としての完成度を高める必要があるため、外販を機に委託での開発に切り替えた。手作りで作ったシステムが動き自社で使えているからと言ってすぐに外販できるわけではない。ユーザーインターフェース、処理能力、可用性、セキュリティ、拡張性、使用環境など要求されるレベルが全く異なる。外販にあたっては、それだけの手間とお金をかけてでもやるという覚悟が必要だった。

ばならない「正味CO2排出量」と、それ以外の「ロスCO2排出量」に分けられるのではないかと考えた。設備が正常に稼働しているときは「正味CO2排出量」となるが、設備がチョコ停などで停止しているときに待機電力として排出されるCO2は「ロスCO2排出量」となる。

- ・ 横軸に可動率、縦軸にCO2排出量をとると、設備の可動率を上げるほど「ロスCO2排出量」は減り、「正味CO2排出量」のみに近づく。つまり、設備の待機電力が驚くほど無駄なCO2を排出していることも分かるなど、CO2排出量が数値として見える化されたことで、どこに電力のムダが生じているかがわかり、隠れていた問題点があぶり出されてきた。ロスCO2排出量が見える化したことで優先度の高いところから対策を打つこともできる。
- ・ 案の定、iXacsをカーボンニュートラルの切り口で説明を始めたところ企業の関心は高まり、いきなり商談相手の企業の規模も大きくなった。生産性のカイゼンをやるかどうかは各社が決めればよいが、カーボンニュートラルへの対応は仕事を今後も継続的に受注していく上で必要不可欠となっており、SDGsの関連からも取り組んでいく姿勢を公に示す必要に迫られている。iXacsの導入目的を「カイゼンによる生産性向上」から「カーボンニュートラルへの対応」という切り口へ変更したことで、企業の差し迫った経営課題として刺さるようになったのである。昨今は電力料金の高騰もすさまじく、電力料金を下げるためのカイゼン活動は企業にとって重要な意味を持つ。

i Smart Technologiesに学ぶヒント⑤： データフィッティングで設備投資を抑える

- ・ 電力をリアルタイムで計測しようと設備メーカーに相談すると「すべての設備の電力使用量を計測しましょう」と言われる。しかし、旭鉄工では2,000台ほどの設備が稼働しており、通信機能を装備した電力計をつけるには一台あたり20万円以上のコストがかかる。さらに、仮に2,000台分の電力計を購入したとして、そこからデータを収集し、分析処理するシステムをつくる必要がある。このように、通常のやり方ではコスト負担も含めてハードルが高い。
- ・ そこで、同社ではデータフィッティングという、実測ベース推計値という方法を考えた。つまり、電力消費量は一定期間だけ取得し、電力消費量を稼働データの関数として算出するような簡単なモデルをつくれなかと考えた。稼働情報はリアルタイムで必要とするが、データフィッティングにより電力消費量は推定することができる。実際に確認してみると、電力消費量の推定値と実測値の間には極めて高い相関が認められたという（相関係数は0.98）。
- ・ データフィッティングという考え方はITベンダーにはない。同社としては、今後は労務費に加えてCO2の観点でカイゼンに取り組むケースが増えていくかもしれないと考え、両方の観点からのカイゼンをコンサルティングという形で提供していこうと考えている。

今後の展望と課題

iXacsを活用したカイゼンコンサルティングサービスの提供

- ・ 「忙しくてカイゼンに取り組めない」「忙しいのでIoTシステムを導入する余力がない」という“できない”理由をよく耳にするが、残業がなくなってしまった段階からカイゼンしても儲けには直結しない。よって、木村氏は忙しい時ほど儲けを実感できるカイゼンに取り組むチャンスと捉え、「労務費低減+カーボンニュートラル推進」という両方の観点からカイゼンコンサルティングサービスを提供していくとしている。

- ・カーボンニュートラル対応はCO2の見える化だけではなく、そこからカイゼンにつなげてコストを下げてこそ競争力強化につながる。また、これは仕入先を改善するチャンスにもなるという。仕入れ先とデータを共有し、カイゼンすることで労務費が削減できたら、互いに利益を折半すれば仕入先にとってもWin-Winとなる。今後は品番別にCO2が計測できるので、自社に納品される品番のCO2がどれだけ下がったかも把握でき、つまり、サプライヤーのCO2削減状況も把握できる。
- ・なお、旭鉄工で生産改善に取り組んでいた社員11名がi Smart Technologiesに出向し、カイゼンコンサルタントとして活躍している。これまで製造現場で働いていた人たちが、外部のコンサルまで手掛けるようになっている。

リアルデータを活用した事業性評価や景気予測の可能性

- ・iXacsで取得したデータを金融機関と共有すれば、金融機関は取引先の生産ラインのモニタリングデータをリアルタイムで把握でき、融資の成果を確認できるとともに、今後の融資判断にも活用できる。金融機関は決算期から数か月後に出てくる決算書を待つまでもなく、融資先へのアドバイスや助言もできるようになる。
- ・また、設備投資が景気の先行指標と言われるように、サプライチェーンに連なる工場の生産プロセスから得られたデータをインデックス化すれば、数カ月先の先行指標として活用できる可能性もある。
- ・iXacsは労務費削減やCO2削減のみならず、融資判断や景気予測に活用できる余地があり、リアルデータの活用は新たなビジネス展開の可能性を秘めている。

事例4:シナノケンシ株式会社

講演者	代表取締役 常務 兼 開発技術本部長 金子 行宏 氏 開発技術本部 本部長補佐 清水 賢一 氏
所在地	長野県上田市
従業員数	850名(2022年2月)
売上高	連結443億円、単体387億円(2022年2月期)
創業・設立年	1918年
事業・会社概要	・ 1918年にシルク事業で創業し、1962年に精密モータ事業、1972年に電子機器事業、1993年に産業ソリューション事業、1996年に福祉・生活支援機器事業をスタートさせるなど、モータを軸に産業構造の変化を踏まえて次々と主力事業を変化させてきた。 ・ 現在は「モータソリューション事業」が主力(事業構成の98%を占める)で、車載用やOA機器用、住宅設備用、産業機器用、医療機器用と様々な用途の各種小型モータの製造を行っており、大半を海外向けに販売している(海外生産比率は約90%、海外売上比率が約80%)。国内工場は多品種少量生産向けの工場となっており、国内の顧客向けのほか、産業向けや品質を重視する医療向けが中心となっている。 ・ 事業構成の残りを占める「産業ソリューション事業」と「福祉・生活支援機器事業」では、波形同期型ハイスピードカメラをはじめとする小型カメラや視覚障がい者向けの卓上型録音再生機などの製造を手掛けている。 ・ 2017年にロボットハンドでロボット業界へ参入。2020年には人工衛星向け制御装置に参入するなど、近年はロボットや宇宙関連の事業にも進出して成果を上げつつある。 ・ 今後は部品事業だけでは難しいとみており、ハードウェアの付加価値を上げるためにモジュール化し、さらにそこにソフトウェアやITサービスを付加していく方針。

間接業務の見える化による業務改革への挑戦

直面したDXを阻む壁①: 間接部門の業務は見えにくい

- ・ 同社は2012年当時、「収益性を改善したい」という課題に直面していた。間接部門には約400名のスタッフが所属し、日々、パソコンの前で作業をしているが、工場のような直接部門と違い、パソコンに座っている社員が何をしているかが見えにくい。隣に座っている人が何をしているかも把握できず、資料も重複して作成するなど無駄が多いのではないかという問題意識を抱えていた。
- ・ 仕事はどうしても人についてしまうところがある。IT化に取り組む前に、まずは仕事のやり方を変える必要があり、そのためにも一人ひとりの作業を可視化できないか、個人の業務改善から着手できないかと考えた。仕事を見える化しないことにはIT化に取り組むことはできないからである。

シナノケンシに学ぶヒント①：3つの活動スローガンを掲げる

- ・ 個人の業務改善に向けたプロジェクトは2012年からスタートし、S-BPI活動（ShinanoKenshi Business Process Innovation）と命名され、仕事を可視化し、業務を分析して改善し、マニュアル化することを目指した。
- ・ その際、活動のスローガンとして「素直にやってみる」「過去は問わない」「対案なき反対は賛成」を掲げた。「素直にやってみる」は、やる前にいろいろ頭だけで判断しないで、やってみてから判断しようということ。「過去は問わない」は、誰が決めたか、なぜそうなったではなくて、これからどうするかをぜひ考えていきましょうということ。これは間接部門のみならず、製造部門でも同様で、過去20年間同じ接着剤を使い続けているが、なぜこの接着剤を使っているのかわからない、そんなこともある。「対案なき反対は賛成」は、評論は誰でもできるので、ぜひ対案を出してほしいということ。対案がない反対は、すなわち賛成と同じことであると周知した。この3つのスローガンは、その後、同社の風土として定着し、現在も経営会議でこのスローガンが出てくることもあるという。

シナノケンシに学ぶヒント②：スモールスタートで、効果を確認しつつ段階的に全社展開

- ・ S-BPI活動は性急に全社で一斉に取り組むのではなく、段階を踏んで展開した。
- ・ まず第1期として、テスト的に車載関係のビジネスユニット（約77名）で半年間取り組んだ。この第1期としての基本活動がうまくいったため、半年遅れで第2期をスタートさせ、さらに半年後には第3期をスタートさせるといった具合に、最終的には全間接部門の16部門で44ブロック、約500名まで活動を展開させ、現在もなおS-BPI活動は続いている。なお、最初の数年はコンサルティング会社に入ってもらい、その会社が開発したHIT.sと呼ばれるツールを使って業務を可視化し、社内の人材が育ってきたところで自走できるようになった。
- ・ S-BPI活動の特徴は、それぞれ半年のスパンで「基本活動」⇒「専門活動」⇒「定着活動」と段階を踏んで展開しているところにある。
- ・ 「基本活動」では、全員が自分のすべての業務をチャート化するという具合に業務の可視化に取り組む。半年間、全員が1日1時間程度は、この業務のチャート化に取り組み、各自が抱えている業務の棚卸しを実施。そして、チャート化された業務を分析して無駄に気づいたら改善提案書を提出する。社員のモチベーションを高めるため、改善提案書2.5件あたり500円の図書券を配布し、100万円相当の改善提案が提出された月もあったという。最終的には改善された業務の引継ぎやOJTを円滑化するための業務管理点検マニュアルへ落とし込む。
- ・ 「専門活動」では4つの活動に取り組む。まず、①部門の業務の関連性（情報の繋がり）とリードタイムを明らかにする。例えば、顧客⇒営業⇒設計間での情報の流れを明らかにすることで、納期までどの程度の日数を必要とするかもわかるようになる。次に②全社の業務の関連性（情報の繋がり）とリードタイムを明らかにする。顧客からスタートして、デザインレビューなども手掛ける生産技術までの業務の関連性を拡大して、業務全体の流れを俯瞰できるようにする。同社ではこれをマネジメントチャートと呼ぶ。さらに、③ドキュメントやシステムの関連性及び情報の繋がりを明らかにする。同社はドキュメントチャートと呼んでおり、電子ファイルや紙も含めた情報のつながりを見える化し、人が介在している情報をシステム化するなどして、例えば現在307時間かけている業務を150時

間まで時間短縮できるといった具合に改善を進めていく。最後に④戦略的に人材育成や多能工化を進める。専門活動の最後の仕上げとして、チャートの精度向上といったテーマを掲げて業務改善に取り組む「テーマ別活動」を展開している。

- ・ また、S-BPI活動の全社共通目標として、①業務改善の活性化（目標値は実施済みまたは採用された改善提案件数が毎月一人当たり1件）、②業務の可視化とカイゼン・改革の推進（目標値はマニュアルレベルで毎月一人当たり1件）、③人材育成・多能工化（目標値はスキルポイントが部門ごとに年間一人あたり推奨10ポイント）、④業務の効率化（目標値は有効工数削減率が全社共通で年間5%）を基本として毎年見直しをしており、また部門目標も定めるなど、全社で同じ目標値を設定して活動を推進している。
- ・ 2012年からスタートしたS-BPI活動は、2022年までの10年間で、累計有効工数削減時間は501,294時間、累計実施済み改善提案は109,413件、2021年までに32,363時間の業務削減を達成している。
- ・ 全社展開するにあたり、人材を育成する必要がある、社内で12~13名からなる推進チームをつくり、当初コンサルに入ってもらった会社到手取足取り教育をしてもらった。その推進チームのメンバーに、その後、各部門の推進役として活躍してもらっており、今度は彼らが指導者となってそれぞれの部門で人材育成に取り組んでいる。現在は2つの資格認定制度を設けており、社員に取得を働き掛けているほか、定期的なBPIのチャート教育の実施などを年間プログラムの中に入れて込んで教育しており、このような仕組みがあって、全社的なS-BPI活動が現在もなお継続できている。

RPAによる業務自動化への挑戦

直面したDXを阻む壁②：ロボットによる業務自動化に向けた標準化

- ・ 2018年頃になると、RPA(Robotic Process Automation)の導入により、ルーチン化した間接業務の生産性を画期的に引き上げようとする動きが活発化してきた。2025年までに全世界で1億人の知的労働者がRPAに置き換わるといった予測や、今後10~20年後にはRPAによって代替可能な職業の割合は49%に達するといった衝撃的な数字が出てくるようになった。生産性向上のみならず、少子高齢化による労働力不足も考慮し、同社もRPAの導入に向けた検討を行った。
- ・ 社内的には、10台のパソコンと、10人のスタッフで取り組んでいた業務が、RPAを活用すれば2人で対応できると説明し、導入効果も工数削減だけではなく、リードタイムの短縮、人為的なミスの削減、正確性や品質の向上、労務管理の軽減などが見込めると説明した。夜間もRPAでバッチ処理することで、24時間稼働が実現することも魅力的であった。
- ・ RPAを導入するには、まず、ロボットに置き換える業務の流れを見える化しておく必要がある。また、RPAは特に部署や業務の橋渡しで威力を発揮するため、異なる部署や業務で作業を標準化しておく必要がある。製造企業の多くは製造現場の見える化や標準化には取り組んでいるが、間接部門についてはノウハウが属人的なものとなっていたり、部署ごとに個別最適化が進みやすく、ここがロボット導入の際の壁として立ちはだかる。

シナノケンシに学ぶヒント③：S-BPI活動を通して作業標準化を達成

- ・ 同社ではS-BPI活動において、社員すべての間接業務についてフローチャート化とマニュアルを作成しており、作業を可視化する中で、作業時間が最も短い処理方法で標準化も行ってきた。つまり、RPAを導入する下地が準備できていた。
- ・ また、多くの企業ではRPAを導入するにあたりコンサルを活用し、導入に向けたコンサルティング（必要な業務の洗い出しや業務プロセス・業務量の可視化など）⇒試行／簡易テスト、導入（効果の検証）⇒運用・拡大（業務内容に沿った適切なツールの選定・導入など）といったプロセスを踏む。しかし、同社はS-BPI活動ですでに業務は可視化され、チャート化されていたために、コンサルを入れる必要もなく、チャートを全面的にRPAに置き換えることでスムーズに対応できた。
- ・ 現在はRPA設計者の育成システムをつくり、100本以上のRPAシナリオが夜間も含めて稼働している。著しい導入効果を上げており、例えば、1日平均500件の受注業務の処理に480分を要していた社員は、RPAの導入でこの作業が僅か10分に短縮でき、空いた時間を別の業務に充てることができるようになった。
- ・ S-BPI活動はその後のロボットによる業務自動化を目指したものではなかったが、「業務の可視化」⇒「業務改善（改善提案）」⇒「業務革新（BPR）」⇒「業務の標準化」という、デジタル化を進める上での基本的な改革を進めてきたことが、ロボットを活用した「業務自動化」という潮流にいち早く乗ることを可能にした。

顧客価値創出への挑戦

直面したDXを阻む壁③：新たな価値の創出と継続的なシステム刷新

- ・ デジタル化は業務効率化に威力を発揮するものの、DXの真髄はデジタルを生かした新たな価値の創出にある。しかし、実際には見える化や生産性向上にとどまり、なかなかデジタル化を顧客への価値提供といった付加価値向上にまで結びつけられる企業は少ない。その原因は、部門間の壁や拠点間の壁が高く、全社的なデータの利活用が進みづらいといったところにある。
- ・ 業務革新であれば、業務の棚卸しや見える化からスタートし、無駄を削ぎ落とし、できるだけ作業の標準化を行うというプロセスで説明できるが、新たな価値を生み出すという目標に向けては、デジタルとの親和性を保ちつつ、どう取り組めばよいかという道筋が見えにくい。
- ・ また、デジタル領域の技術革新のスピードは加速しており、同社のように早くからIT化に取り組んできた企業は、レガシー技術をいかに刷新していくかという点も課題として立ちはだかる。

シナノケンシに学ぶヒント④：間接業務におけるノンコア業務の削減 ～コア業務から価値創出

- ・ S-BPI活動やRPAの導入に続き、顧客価値創出を狙いとするGVS（Global Value-chain Systems）プロジェクトを立ち上げた。
- ・ まず、誰がやっても結果が同じ業務、すなわち「ノンコアな業務」を業務改善や自動化して減らし、人によって結果が異なる業務、すなわち「コア業務」周辺を増やし、ノンコア業務からコア業務へ人材をシフトさせたり、現有人材の戦力アップを図ったり、多様な人材を戦力化するなどして、顧客価値創出

へ結び付けていくという取組を展開した。具体的には、生産現場の社員が生産技術へ移ったり、生産技術の社員が設計へ移ったり、バリューチェーンの上流工程へと人材の配置転換が起きている。

- ・ 製造現場ではコア業務とノンコア業務の見極めを行うことは比較的容易であるかもしれないが、同社は間接業務においてコアとノンコアの仕分けを行い、その見極めのポイントを単純に自動化（標準化）できるかどうかではなく、「誰がやっても結果が同じかどうか」という成果に着目した点がユニークといえる。そして、ノンコア業務にかかわっていた人材をコア業務にシフトさせるなどして、より顧客に満足してもらえるサービスへと結び付けようとしている。

シナノケンシに学ぶヒント⑤： ITシステムの刷新 ～部門横断、拠点横断で取り組む

- ・ S-BPI活動の定着後、それぞれの組織がリードする形で改善活動を継続しつつ、同社では部門や拠点をまたぐ形で、現在までに19種類もの各種ITシステムを導入している。
- ・ たとえば、事業部制をとっていた同社では、事業部ごとに発注システムがあり、3つの事業部が統廃合された後にも、同じ部署で3つの発注システムが存在したままで、同じ部品であっても2つの部品番号が存在するなど、様々な課題を抱えていた。そこで、社内で同じシステムで発注できるよう、かつ、紙の注文書から完全に脱却する「間接材発注システム」を構築した。
- ・ S-BPI活動の成果もあって、システム導入前にドキュメントチャートを使って導入効果を推定することもでき、システム導入後には推定した効果が正しかったかどうかの検証も行っている。

今後の展望と課題

不連続型のオープンイノベーションの推進

- ・ 2018年に100周年を迎えた同社は、次の100年をどう生き残るかという長期戦略「BV100（Beyond Vision100）」を立案した。ハードウェアを中心とする事業はいずれ頭打ちになるとの危機感から、モーター・アクチュエータのコア技術を生かしながらも高付加価値市場で新しいビジネスモデルをつくらせていくという方向性が打ち出され、その打ち手の一つにオープンイノベーションの推進を掲げた。自社単独で新市場創出に挑戦するのではなく、社外の関係者と協力しながら新しいビジネスモデルを作ろうという狙いがある。
- ・ 昨今、スタートアップがイノベーションを起こしていく潮流が強くなっていることを踏まえ、オープンイノベーション戦略の一環としてスタートアップへの投資も行っており、起業家、行政、投資家、大学といった多くのプレイヤーが参加するスタートアップエコシステムの構築に取り組んでいる。
- ・ すでにいくつかの協業実績も出てきており、現在、新事業として立ち上げている工場内搬送用の自律走行搬送ロボットAspinaAMRはスタートアップと連携する中で生まれたビジネスで、早期投資回収が可能で、ガイドレスで小回りの利く搬送ができ、手持ちのタブレットでも簡単に操作できるうえ、ソフトウェアのアップデートで機能拡張もできるという特徴を強みに、人手不足の工場への導入を働きかけており、2023年秋の量産を目標に2023年3月から数量限定の販売を開始しているなど、好調な滑り出しをみせている。現在、AspinaAMRはNICOLLAP（一般社団法人長野ITコラボレーションプラットフォーム）の指南を受けながら、DXを絡めた新しいビジネスモデルとしての立ち上げも模索している。具体的には、ハードウェアであるロボットの販売だけに留まらず、顧客とデータ

連携させて、プラットフォーム上で遠隔操作したり、走行データのレポートを提供したりといった、プラットフォーム型のビジネスモデルの構築を目指している。

- ・ そのほか、東大発スタートアップで人工衛星の開発に取り組んでいる企業とは、衛星の姿勢制御に用いる基幹部品であるリアクションホイールの共同開発を進めている。
- ・ スタートアップとの協業では、鮮度の高い最新の情報を得ることができ、有望な市場を見極め、そこへ参入するための準備にいち早く取り掛かれるというメリットがあるという。たとえば、自動搬送ロボットは、今では工場のみならず、レストランなどでも導入される事例が出てきているが、同社ではスタートアップと連携することですでに3～4年前から開発に取り組んできたこともあり、市場が顕在化してきたこのタイミングでAspinaAMRを市場投入することができた。
- ・ さらに、スタートアップと連携することで、リーンスタートアップやアジャイル開発といった新しいスタイルの業務を学ぶことができ、経営体質の変化にもプラスの効果を生み出している。

事例5:常石造船株式会社

講演者	取締役常務執行役員、CMO、CTO 経営管理本部 本部長 芦田 琢磨 氏
所在地	広島県福山市
従業員数	821名(2022年12月、連結従業員数:約19,000名)
売上高	連結1,910億円(2022年度)
創業・設立年	1917年
事業・会社概要	・ ばら積み貨物船(バルクキャリア)を中心に、コンテナ船やタンカーなど船舶の建造を手掛ける。主力のばら積み貨物船は業界のデファクト・スタンダードにもなっている。 ・ 1990年代にフィリピン・セブ島に進出し、日本の造船業界で初めて海外進出を軌道に乗せ、その後は中国の浙江省舟山にも展開するなど、日本の造船会社の中では珍しくグローバルな建造体制を構築。 ・ 2007年にグループ11社を統合してツネイシホールディングスを設立。三保造船所、神田ドックなどをグループ傘下に収め、近年も、三井E&S造船ならびに新潟造船、由良ドックを子会社化するなど、アライアンス強化を進めている。

自戒の念を込めてINDUSTRY0.5プロジェクトと命名

直面したDXを阻む壁①: 労働力に依存し、天候の影響を受ける造船現場は産業革命以前

- ・ 世の中ではINDUSTRY4.0に代表されるデジタル革命が進展しているにもかかわらず、造船の建造現場は労働集約的で、かつ、露天で作業をするので雨や風の影響で工程がストップすることもある。とても産業革命を迎えた業種とはいえない状況であった。
- ・ 1990年代はマイコンやセンサー、モジュールといった部品を調達することは難しかったが、今の時代はマイコンやセンサーは個人でも入手可能で、スマートフォンのようなモバイル端末も普及し、多種多様なオープンソース・ソフトウェアがネット上で公開されているので、スキルがあればこうしたソフトウェアを利用できる環境になった。まずは、こうした身近なツールを組み合わせ、スモールスタートでもよいので、造船会社としてのデジタルアプローチを始めなければ、との焦りがあった。

常石造船に学ぶヒント①: ベンダーに依存せず、内製で小さく素早く始めて、大きく育てる

- ・ まだ第一次産業革命も迎えていないという自戒の念を込めて、INDUSTRY0.5と命名したプロジェクトを2016年2月に発足させた。
- ・ まず、何から着手しようかということになり、「こういうことができると良いのでは」と思われることをリスト化し、そこから本当にやる意味がありそうなものをピックアップした。実際に工場へ展開する際は、部長陣が集まって、ピックアップされたリストの中から、なるべく小さな開発で多用途に転用できそうなものに着目するなどして、話し合いをしながら進めていった。

- ・ このようにスタートしたINDUSTRY0.5のコンセプトは「現場からのダイレクトフィードバック」で、まずはスマホとクラウドサーバーを活用して、「設計不具合共有システム」の開発に取り組んだ。現場で不具合を発見するのは作業員であるが、造船工場の敷地は50万平米と広大なため、現場から担当技師に「これは不具合ではないか」と問い合わせても、担当技師が現場に出向いて不具合を確認すると、設計への連絡が入るのは夕方になり、設計はそこから不具合の是正に入るため、必然的に残業が多くなってしまう。そこで、長い伝達経路を短縮し、無駄な時間を省くため、不具合が発生した時点で現場がスマホで写真を撮って送信することで、不具合が発生した時点で設計がその情報を受け取ることができるようにした。
- ・ こうして蓄積したデータは分析にも活用できる。実際、現在同社では、何万件という設計段階で生じた不具合情報を解析することで、複数の不具合の根底原因を推測し、不具合発生を85%削減するなど、効率的な未然防止を可能にしている。
- ・ INDUSTRY0.5プロジェクトは2016年6月から活動を開始した。最初に手掛けた「設計不具合共有システム」は、大筋だけ決めて、不要な要求事項をすべて省き、バグは都度解消する方針とし、とにかくリリースを急いだ。社内利用なのでアジャイルで開発できたことが大きい、プロジェクト開始からたった5か月でINDUSTRY0.5のプラットフォームをつくりあげて常石工場で展開し、その4か月後にはフィリピンや中国の海外工場にも展開させた。
- ・ “小さく素早く始めて、大きく育てる”という方針の下、ベンダーが介在すると機動的に対応できないため、同社はINDUSTRY0.5~INDUSTRY4.5まで、すべて社内で開発している。ただし、一つひとつのシステムが分断されていても、クラウドサーバーを活用してデータは集約し、部門横断的に活用できるよう、データ連携については当初から留意をしていた。
- ・ なお、ベンダーに依頼せず、内製で開発するにあたり、情報部門の人材が従来手掛けていた既存システムのメンテナンスや改良といった業務は2年間凍結して先送りさせ、この2年間は情報部門が新たなシステム開発などに自由に動ける体制とすることを、役員会を通して了承してもらった。
- ・ データサイエンティストも外部人材を獲得するのではなく、現在、手上げ制で希望者を募り、外部のカリキュラムを受講させるなど、内部で育成を行っている。それも情報部門ではなく、経営企画部門から人選しており、業務に精通している人材を内部で育成した方が現実的だとしている。

常石造船に学ぶヒント②： アジャイルで開発したプラットフォームの有効活用

- ・ 2017年10月からは、INDUSTRY1.5のプロジェクトの運用を開始した。これはアジャイル開発したINDUSTRY0.5のプラットフォームに「+α」をして工程進捗の見える化に取り組んだもので、計画工程に対する進捗状況をグラフ化した。日々更新されているため、フィリピンや中国の工場も含めて、全工場の工程進捗を手元のスマートフォンでリアルタイムに確認することができる。
- ・ 2020年3月からは、INDUSTRY2.5のプロジェクトとして、EMS (Equipment Management System) の本格的稼働を開始した。これは造船工場の工具類にICタグやQRコードを貼付し、工機が何回修理されたか、どこを修理されたかといった履歴がデータとして残るようにし、その履歴もスマホで読み取ることができるようにした。修理履歴がデータとして残るため、頻出破損箇所、機器の耐久性、使用状況などを把握することができ、履歴が残ると現場も工具類を大切に扱うようになるなど、これで年間のメンテナンス費用を数千万円圧縮することができ、新規部材の購入もかなり減らすことができた。

常石造船に学ぶヒント③： 3DやRFIDタグの積極的活用～現場作業のデジタル化に着手

- ・ INDUSTRY2.5では、3次元モデルの活用に重点を置いた。船の建造では、一隻あたりで約4万枚もの図面が存在する。従来は現場で図面を広げながらの作業であったが、図面を読み取るにはある程度の習熟度を必要とした。そこで、配管や艀装品なども3次元モデルで提供し、現場の人間は図面を持たず、タブレットを持ちながら、現場で物体の角度を確認しながら実装できるようにした（タブレット上に表示された3Dモデルと同じような角度に合わせて実装を行うことができるようにした）。図面を読み取る力が弱い新人でも作業に対応できるうえ、図面の配布数を一隻あたりA4換算で7,000枚も減らすことができた。
- ・ 次にRFIDの活用にも取り組んだ。船は一隻あたり、約8,000本の配管を必要とするため、配管の入荷管理や取り付けに必要な配管を探し出す作業に手間がかかっていた。そこで、配管の艀装時にRFIDタグを利用し、RFIDリーダーでざっと読み取ることで、入荷のチェックが可能となり、かつ、3Dモデルの図から必要な配管がすぐに見つけられるよう、作業の効率化を図った。
- ・ RFIDタグは部材管理・進捗管理を目的とした導入であったが、複数の協力会社間での作業効率の違いも一目瞭然となり、最も作業効率のよい協力会社の施工手順を採用することで、バラツキのあった協力会社間の能率を同じ水準に引き上げることが可能となった。

常石造船に学ぶヒント④： センシングネットワークやAIの活用で付加価値アップ

- ・ INDUSTRY3.5は予防保全をコンセプトに、センシングネットワークを活用して、造船工場構内の気温、湿度、その他のデータを取得し、構内の情報を収集・分析することで、予防診断や故障予知に役立てようと考えた。造船工場にIT網、TCP/IPの電線を張り巡らせると数千万円かかってしまうため、省電力の無線メッシュネットワークを張っている。同社はこのネットワーク設計を外注せず、基板を自ら設計し、市販品のマイコンや通信モジュールなどを実装し、温度センサーや電流センサーといったいろいろなセンサーをぶら下げることで、内製でつくりあげた。生産性に大きく影響していた構内クレーンの突発的な故障停止はゼロとなり、止まらない工場に向けた予防・診断・予測が可能となったほか、夏場の熱中症対策などにも活用されている。
- ・ このセンシングネットワークを活用して、リアルタイムでの電力量の見える化も行い（PMS:Power Monitoring System）、2年間で常石工場は39%の電力削減、同社グループの三保造船所は30%の電力削減、THIセブ（フィリピンの子会社）は23%の電力削減に成功した。脱炭素にも大きく貢献するため、新潟造船などグループ内のその他事業所へも展開を始めている。
- ・ INDUSTRY4.5はIoTやAIの利用をコンセプトとし、INDUSTRY2.5のツールであったQRコードも活用し、BLSM（B.up Long. Storage Manager）を開発した。同社はフィリピンの工場で船の部品の一部を製造し、日本へ持ち込んでいる。船が常石工場に接岸し、荷を運び出すところは時間勝負となる。時間がかかると、それだけ余計に傭船料というコストがかかってしまうからである。船から一刻も早く荷を運びだすため、先に作業で必要とするものが荷の下に置かれて取り出しにくくなるなど、何かと不都合が発生していた。荷下ろしを想定して、荷積みの順番を工夫するような手間と時間もかけられないこともわかった。そこで、荷揚げした部材にQRコードを貼り付け、どこに何があるかを把握できるようにしたうえで、AIを活用して、その後の荷の使われ方を踏まえて最小の手間

の荷繰りで済む移動指示書を計算するソフトウェアを開発した。これらのシステムを活用することで、仕分けや配送効率を約80%も向上させることができた。

- ☆ このように、常石造船では、一足飛びに高度なデジタルツールを導入するのではなく、まずスマートフォンのような簡単なツールを使って不具合を情報共有するところからスタートし、社員にデジタル化を身近に感じてもらうところからスタートしている。しかも、最初から完璧なシステムをつくるのではなく、バグが発生したら現場で解決するという、内製の強みを生かしたアジャイル開発で、小粒なスタートでも素早く動かしていくことを重視し、徐々に、ICタグやQRコードの活用、センシングネットワークの活用、そしてAIの活用と、適用技術を高度化させていった。露天での作業で、大量の部材を使用する船の建造現場には、デジタルで効率化や課題解決を図れるところが満載であり、誰もが楽を感じる仕組みに重点を置くことで、無理なく成果を上げている。
- ☆ 工場からスタートしたことで成果が見える化しやすく、社員のやる気につながったことも大きい。例えば、電気代を削減できたとなると、特に電気代が高騰している昨今では、それが数千万円～億円の単位で削減できたと実感できるので、さらに一生懸命やろうという気運になる。

設計～生産のデータ連携への挑戦

直面したDXを阻む壁②：日本、中国、フィリピンの設計拠点におけるデータ連携

- ・ 常石造船は日本、中国、フィリピンに設計拠点をもち、3拠点併せて総勢1,000人のエンジニアを抱えていることが強みでもある一方、この3拠点で設計データの共有ができなければその強みを十分に発揮できないというジレンマを抱えていた。
- ・ 造船業界では早くから設計に3次元CADが導入されてきたが、同一の会社や事業所でもCADシステムが統一されていなかったり、建造するドックの生産設備を考慮した効率的な設計をするためドックごとに図面が異なっていたりと、同じ会社でも造船所間の設計データの連携がほとんど実施されていないという現状にある。そのような中、海外拠点と設計データを連携すること自体、非常に高いハードルであった。

直面したDXを阻む壁③：荷主、船主、オペレータ、造船など複数の関係者の介在

- ・ 船を建造するには、造船企業だけではなく、船主、海運（オペレータ）、船用企業、さらには荷主など多くの関係者が介在する。船を運行する際にも、造船では登場人物が多い。船の場合は、船を購入した顧客が船を動かすわけではなく、船舶管理会社へ船を回す。船舶管理会社はそれを傭船に出す。このように多数の関係者が複雑にかかわっていることも、データ連携を難しくしている側面があった。

常石造船に学ぶヒント⑤：拠点間で施工標準を統一し、3次元CADを全面入れ替え

- ・ 同社は2015年の役員会において、拠点間で施工標準を統一し、設計の共通化を図るという決断を行った。それを踏まえて、2017年に、それまで20年以上使用してきた3次元CADシステムを全面的に入れ替えた。現在はオンラインで、ほぼリアルタイムでデータが更新されるため、一隻の船を設

計するに当たり、日本、フィリピン、中国の各拠点のエンジニアが遠隔でリアルタイムに連携しながら設計できる体制が構築できている。

- ・ 目標を共有し、3拠点の特徴を踏まえた役割分担をあらかじめ明確にし、日本の本社が集中管理することで、3拠点をフルに活用したコンカレント設計体制が実現した。さらに、この3次元CADと、TeamsなどのコミュニケーションITツールの活用、ノーコードのクラウドサービスの活用など、場所を選ばない設計体制とほぼリアルタイムの情報共有体制による、作業の並行実施が可能となっている。
- ・ なお、拠点を越えたデータ連携が可能となったことで、設計、調達、工場などの多種多様なシステムの稼働データを全部まとめて吸い上げ、適切なKPI化をして、経営ダッシュボードに表示する活動も展開している (TUNEISHI Management Cloud)。
- ・ たとえば「瞬間工程ギャップ率」では、今、フィリピンの工程がどうなっているかが見て取れる。製品番号ごとに、青は計画予定より進んでいることを示し、白はオンスケジュールまたはマイナス2%の進捗を示し、赤はそれ以上に進捗が遅れているところを示している。こうしたチェックを毎週のように行っており、日々の工程進捗を追っていくことができる。
- ・ この経営ダッシュボードは部長以上の全員がみており、日々のマネジメントに活用している。たとえば原価については毎週集計されるので、異常値が見つかったらすぐに手当てができる体制になっており、毎週水曜日には役員が集まり、原価データを見ながらどういう手を打つかを検討している。また、「今の業務をしっかりと観察するために必要なKPIは何か」「収益性の最大化を目指すためにはどのようなKPIを設定すべきか」といった検討を行う研修も実施し、設計、経営計画、工場、調達、営業、修繕事業のそれぞれでKPIを作りこんでいる。

今後の展望と課題

seawiseデータプラットフォームの提供

- ・ 2022年11月に、seawise株式会社を立ち上げた。常石造船のほか、三井物産、AIソリューションを提供するベンチャー企業のJDSCなどが出資している。
- ・ 船舶には多種多様なセンサーがついており、センサーから集めたデータをAIで解析し、最適な運航システムを提案したり、最適な修繕スケジュールを提案したりするサービスの提供が可能となる、オープンプラットフォームの構築を目指している。オープンなプラットフォームとするために、なるべく常石造船のネームは前面に出さないようにしている。
- ・ 常石造船は2022年に三井E&S造船を子会社化したことで、日本で最大の修繕ヤードグループになっており、日本各地に修繕拠点を有している。これらの修繕拠点を一元管理し、seawiseのオープンプラットフォームを活用することで、修繕ドックや必要な要員を融通してドック全体の稼働率を上げることが期待できる。
- ・ また、船舶（顧客）に対しては、修繕履歴を残すことで効率的なメンテナンスサポートといった新しいサービスの提供を図ることが可能となる。顧客のメリットとなるよう、自社で抱え込むのではなく、あえてオープンなプラットフォームとして他のヤードにも参加を働きかけており、最終的には船のLife Time Valueの向上を目指している。

緩いアライアンスによる顧客価値の向上

- ・ 同社では競争領域と非競争領域を明確に定義し、非競争領域においては各社のリソースを分散せず、相互利用することが望ましいと考えている。
- ・ 非競争領域の代表例はseawiseのデータプラットフォームで、クラウドシステムを軸にした相互協力・相互連携を前提に、他社とは緩いアライアンスを組み合わせながら、修繕ドック予約システムといったサービスを提供するなどして顧客価値の向上、船のLife Time Valueの最大化を図っていく。

事例6:株式会社ダイセル

講演者	モノづくり革新センター長 三好 史浩 氏
所在地	大阪府大阪市
従業員数	連結11,104名(2022年3月時点)
売上高	4,679億円(2022年3月期)
創業・設立年	1919年
事業・会社概要	・ 1919年に国内財閥系のセルロイド8社が合併して設立された日本を代表する大手化学品メーカーで、主に以下の5つの事業領域で製造販売を手掛けている。 ＊ メディカル・ヘルスケア事業・・・化粧品原料や健康食品素材・サプリメント ＊ スマート事業・・・ディスプレイやIC／半導体、センシング分野で使用される化学製品 ＊ セイフティ事業・・・自動車エアバッグ用インフレーター(ガス発生装置)や電流遮断器等 ＊ マテリアル事業・・・幅広い産業に向けた様々な化学素材 ＊ エンジニアリングプラスチック事業・・・ポリアセタール(POM)、液晶ポリマー(LCP)を中心に幅広い産業向けのエンジニアリングプラスチック ・ 生産性2倍の工場実現に向けた、「人・組織の革新」「生産システムの革新」「情報システムの革新」の3つの革新を体系化した取り組みはダイセル式生産革新として知られている。

ダイセル式生産革新への挑戦

直面したDXを阻む壁①: プロセス型産業は加工工程が見えず、思考回路の見える化が必要

- ・ DXに取り組む際には、一般的にはまず業務プロセスの「見える化」に取り組むことになる。しかし、加工組立型産業に比べて、ダイセルのようなプロセス型産業は素材であるガスや液体を容器に封じ込めて生産を行うため視認性が低く、その中で、品質、安全、コストをコントロールしつつ生産しなければならない。外側から見る事ができず、形状も変化していくので、センサーでチェックして品質をつくり込んでいく必要があり、監視型オペレーションで対応していくしかない。つまり、プロセス型の生産形態の特徴は、直接的な視認ではなく、“代替変数”をもってものづくりをしているという点にある。
- ・ また、加工組立型産業は設備にノウハウが付随するのに対して、プロセス型産業のノウハウは人に蓄積されていくため、見える化するには人間がどう判断しているのか、頭の中まで探らねばならない。ITを活用した生産革新にとりかかるうえで、まず「人に着目する」必要があった。

ダイセルに学ぶヒント①: 合宿形式で業務総点検を行い、「心の壁」を取り除く

- ・ 人に着目せざるをえない中、同社は段階的な生産革新へのアプローチを実施した。その中でも予備調査として実施する業務総点検は極めて重要な位置づけを占めている。

- ・ 予備調査の目的は、まず、戦うフィールドを選別するところにある。中国などのコストの安い国と戦って勝てるポテンシャルが見込める工場（業務）かどうかを見極める。ITを導入しようが、どうやっても中国に勝てる見込みのない工場（業務）やサプライチェーンはやっても首を絞める負け戦にしかないため、最初に勝算の見極めを行う。
- ・ 業務総点検では各現場に出向いて、①人（フィールドマン、ボードマン、班長、室長、スタッフ、担当リーダー、工場長といった役割階層）、②生産活動機能（設備管理、運転管理、生産管理）、③工程（受入、製造、出荷）という3つの軸で、ワークフローの徹底的な洗い出しを行う。その結果、「上から下への作業指示」「下から上への報告（トラブル対応など）」「連絡事項」という3つのタイプに情報は大別でき、うち、単なる「連絡事項」が約半分を占めていることが判明した。「連絡事項」は会議などを開く必要がなく、全員が見える化できるようにしておけば済むことなので、無駄として排除する。
- ・ このような業務総点検を踏まえて、「人と機械はどこで区切りを入れたらいいか」を皆で話し合う。たとえば、「情報の収集、保管は機械で済ませるべきではないか」となれば、情報の収集・保管を“情報化投資案件”とする。その結果、情報を収集するだけの人は不要になるので、改めてワークフローを見直しながら無駄取りをしていく。
- ・ 一方で、この業務総点検の一番よい点は無駄取りではなく、「情報の付加価値を高めるには、8割は他部門の情報を活用する必要がある、そのためには部門間の連携が重要だ」という点に気づくことだという。単に情報を流すだけでは意味がなく、他部門の情報を活用して情報の加工度を上げることの大切さを実感するため、このワーク点検を通して部門間の情報連携が必要だというコンセンサスができあがり、自然と互いのつながりができあがっていくという。
- ・ 同社はこの業務総点検を合宿のような形態で実施しており、設備、生産、品質保証といった異なる部署で一緒に行うところがポイントだとしている。合宿形式で行う総点検は「情報共有の壁を溶かす」「人と人の関係をよくする」というメリットがあり、業務総点検を単なる無駄取りだけに終わらせるのではなく、部門間の情報連携が必要だというコンセンサス醸成の場として機能させている。DXを推進するには「心の壁」を取り除くことが重要で、合宿で行う意味がそこにある。

ダイセルに学ぶヒント②：まず用語の統一、次にノウハウの標準化、最後にシステム化

- ・ 予備調査としての業務総点検の次に同社が実施したのは、第1ステップとしての基盤整備・安定化のための取組で、基盤整備として実施したのは「用語の統一」である。たとえば、図面上の「ポンプ」一つとっても生産部と設備管理部では異なる表現をとってきたため、コミュニケーションが上手く取れず、そこから無駄が発生する。DXを進める上で用語統一は極めて重要となるが、同社は2000年にはすでに着手していたことになる。
- ・ 安定化はトラブルをなくすことを意味しており、同社が力を入れたのはトラブルシューティングに対する対応力であった。ただし、すでに業務総点検でコミュニケーションの無駄は徹底して省いているので、同社が注力したのはトラブルの原因を突き詰めるロジカルシンキングを鍛える点にあった。
- ・ 業務総点検や第1ステップの基盤整備・安定化で徹底的に無駄を省いたのち、第2ステップではベテランのノウハウの標準化を実施した。ベテランオペレータの経験に基づき機能的に現場判断の蓄積を行うのみならず、ベテランの思い違いでないかを確認するために、技術による演繹的なアプローチもとり、技術で検証できたものを標準化するという徹底ぶりである。主力の網干工場では840

万もの意思決定フローが抽出されたが、標準化することで、最終的には8種類、41動作モジュールに整理でき、すべての行為はこのモジュールの組み合わせで対応できるようになっている。

- ・ 第3ステップとして、標準化したノウハウをシステムチックな働き方に活用できるよう、知的統合生産システムに落とし込んでいる。安全、品質、生産量、コストという4つの視点でモニタリングを行い、定常から逸脱すると色が変わり、工場全体を上からのぞき込むような形で注意しなければならないところだけ監視するようなシステムとした。現在、東京ドーム約18個の広さがある網干工場をたった20名でモニタリングできているのも、このシステムがあるからである。
- ・ なお、この一連の生産革新の成果は非常に大きく、網干工場は、当初11課、約750名体制だったところを、現在は3課に集約され、約300名で工場を運営できるスリムな体制になっている。

網干工場のDXへの挑戦

直面したDXを阻む壁②：屋台骨の工場へのダイセル式生産革新導入に対する社内の反発

- ・ このプロセス型産業の生産革新へのアプローチはダイセル式生産革新と呼ばれており、現社長である小河氏が中心となって1995年以降にコツコツと積み上げてきた手法であり、2000年には一つのアウトプットとして出来上がっていた。当時、小河氏は生産部の課長というポジションであった。
- ・ 小河氏はこのダイセル式生産革新を同社の主力工場である網干工場に適用し、今日のDX戦略に該当するような計画を同社の中期戦略に盛り込もうと提案したが、幹部からは「課長が何をいっている」と大反対され、「主力工場をIT化して潰すのか」と本気で心配する役員もいたという。
- ・ また、上層部だけではなく、現場からも「またか」という反発を受けたという。現場はTPM (Total Productive Maintenance) 活動などの様々な取組を実施してきたが、工場長が変わるたびに方針転換があったりと、上層部の意向に振り回されることも少なくなかったため、「ダイセル式生産革新をやる」となった際に、「またか」という反応につながった。現場との対話には苦勞し、この取組をぶれずにやるということを現場が認め、現場から本当に意味のある情報が上がるようになるまでには数年を要したという。

ダイセルに学ぶヒント③：社内コンペを実施 ～周囲を納得させるプロセスを踏む

- ・ 同社は経営幹部の反発で小河氏の提案を退けることはせず、小河氏を中心とする課長グループ（若手グループ）と、反発していた部長グループで、中期経営改革にかかるコンペを実施することとした。その結果、見事に課長グループがコンペに勝った。
- ・ 実際のところ、工場長は小河氏の考えに理解があり、当時の社長も「やろう」と決断した。しかし、強引にトップダウンで進めるのではなく、また、周りから文句を言われて潰されるのではなく、やるのであれば周囲を納得させるためのプロセスを踏む必要があると考え、社内コンペというプロセスを踏んだ。
- ・ 社内コンペで課長グループのプランが採択されたとはいえ、実施するにあたり、立場上、まずは部長が先頭に立ってやることになったが、1年でギブアップしたため、1年後にはプロジェクトの先頭に小河課長が立つことになった。ちょうど1年間の空白が生じたが、部長から課長へのバトンタッチを円滑に進めるため、あえて1年の空白をつくった。強引に進めるのではなく、誰もが納得する状況を作り上げた。

ダイセルに学ぶヒント④：ミドルアップ、ミドルダウン ～中間管理職が決め手

- ・ 最終的には社長によるトップダウンの決断が決め手になっているが、同社の特徴は「ミドルアップ、ミドルダウン」だといえる。生産が一番分かっている、実務者に一番近いポジションにいる課長が中心となり、きちんと経営層に対して提言を行い、かつ、きちんと現場も見えていた。
- ・ DXの壁として中間管理職の存在が指摘されることが多い。経営トップに理解があっても、経営トップと現場の間に位置する「中間管理職」の抵抗や無理解がDXを阻むという意味である。同社のケースからは、中間管理職の存在がやはり重要であることが浮かびあがってくる。

AIを活用した自律型生産システムへの挑戦

直面したDXを阻む壁③：トラブル対応で蓄積したデータの8割が生かし切れず

- ・ 2000年頃からダイセル式生産革新をスタートさせ、約20年間、エクセルベースではあるもののデータが蓄積されていた。そこで、トラブル対応に関するデータを分析したところ、爆発などにつながるようなものはデータから逸脱した時点で自動停止がかけられており（重要度Ⅰ）、顧客の品質や予算にかかわるものはアラームが出た時点で支援システムにより対応できていたが（重要度Ⅱ）、それ以下の重要度が低いもの（重要度Ⅲ～Ⅳ）はシステムには組み込まれておらず、人による対応にとどめていた。ところが、この人の対応による部分がトラブル対応全体の実に8割も占めていた。
- ・ この8割もの情報にシステムで対応できていなかった背景には、当時のパソコンの性能の限界といった理由の他に、コストと品質のトレードオフという問題があった。安全にかかわる重要度の高いものは、すぐに装置を止めるしかない。しかし、重要度が下がってくると細かい品質やコストにかかわるものが増え、「こう対処すべき」とアクションが定まりにくくなる。現場目線からは「コストを考慮すればこうあるべき」という意見もあれば、別の目線からは「品質を考えるとこうあるべき」という意見もあり、システムに落とし込みにくい。

ダイセルに学ぶヒント⑤：AIに学習させたロジックツリーで「今、何をすべきか」を判断

- ・ ダイセル式生産革新はシステムに落とし込むところまで対応してきたが、品質やコストにかかるトレードオフや組み合わせといった問題は機械学習やAIとの親和性が高くなると判断し、東京大学と共同で、自律型生産システムに搭載するAIの設計に取り組んだ。
- ・ 同社は「原因」がどういった「影響」をもたらすかをロジックツリー化し、例えばポンプの故障が品質悪化につながるかどうか、が判断できるようにした。現場には様々な要求がありすべてに対応しきれないが、AIに学習されたロジックツリーを活用して「今、何をやらなければならないか」が判断できるようにした。もし、ポンプの故障が品質悪化につながるのであれば必然的に対応しなければならないが、品質に影響しないのであれば対応を見送ることもできる。
- ・ 一般に、トラブル予測などのシミュレーションでは“収束させる”計算を行うが、同社のAI搭載システムの特徴は収束させるのではなく“発散させる”ところにあるという。「温度を何度まで下げたら事態は収束する」という考え方ではなく、温度異常になる原因とその影響を明らかにすることで、「品

質に影響しない温度を逸脱したらリカバリーするのか、あるいは、逸脱しそうになった際にリカバリーが必要なのか」を現場に考えさせる。

- ・ プラントにはものすごい数のセンサーが装備されているので、同時多発的にいろいろなことが発生する。その際に、まっすぐに軌道修正して収束を図ろうとするのがシミュレーションであるが、同社は発散の理論を大切にしており、発散させるときに現場が考えていることを大切にしている。ここが同社の面白味でもあり、強みだとしている。
- ・ なお、AIを活用した自律型生産システムの開発は、働き方改革にもつながっている。化学工場で日々起こるトラブルに現場レベルで対応できるようになったため、部課長がトラブル対応に忙殺されることなく、戦略立案や顧客対応といった競争力強化につながる本来業務に専念できるようになっている。

今後の展望と課題

マイクロプラントへの挑戦

- ・ 化学プラントは回収プロセスでものすごくエネルギーがかかる。薄くしたものを濃縮する際にはものすごく大きなエネルギーを必要とするなど、そこがボトルネックになってきた。化学プラントでなぜ回収が発生するかといえば、大きなプラントの中ではどうしても反応の均一性に問題が生じるなど、反応むらが出てしまうからである。品質に問題がないかどうかをチェックする顧客評価には1~2年もかかる。
- ・ そこで、同社はスケールを小さくし、量は少ないが、圧倒的に開発スピードもアップし、反応ムラも出さずに顧客評価を不要とするマイクロプラントを目指している。反応むらがなければ回収の必要はなく、顧客側で欲しいときに、欲しい量だけ流す（製造する）という、サステナブルな新しいビジネスモデルを目指している。

バイオマスバリューチェーンの構築

- ・ また、サステナブルなプロダクトを提供することが素材メーカーの使命と捉え、一次産業とも連携したバイオマスバリューチェーンを提唱している。
- ・ 木材は水に溶けないため、化学反応しやすいようにチップ化し、セルロースを取り出している。ダイセルでは木材を常温で丸ごと液化する技術を見出しており、パルプ化するプロセスや、強酸や強アルカリを使う製紙工程を省くことができ、エネルギーの節約にも貢献する。森の木を石油化学原料の代替として積極的に利用し、CO2の吸収や地域経済の活性化にも役立つバイオマスバリューチェーンの構築に向けて、同社はオープンイノベーションにも積極的に取り組もうとしている。

委員コラム

グローバルな外圧に対抗するためのDXの必要性

多摩大学 ルール形成戦略研究所 客員教授

市川 芳明 委員

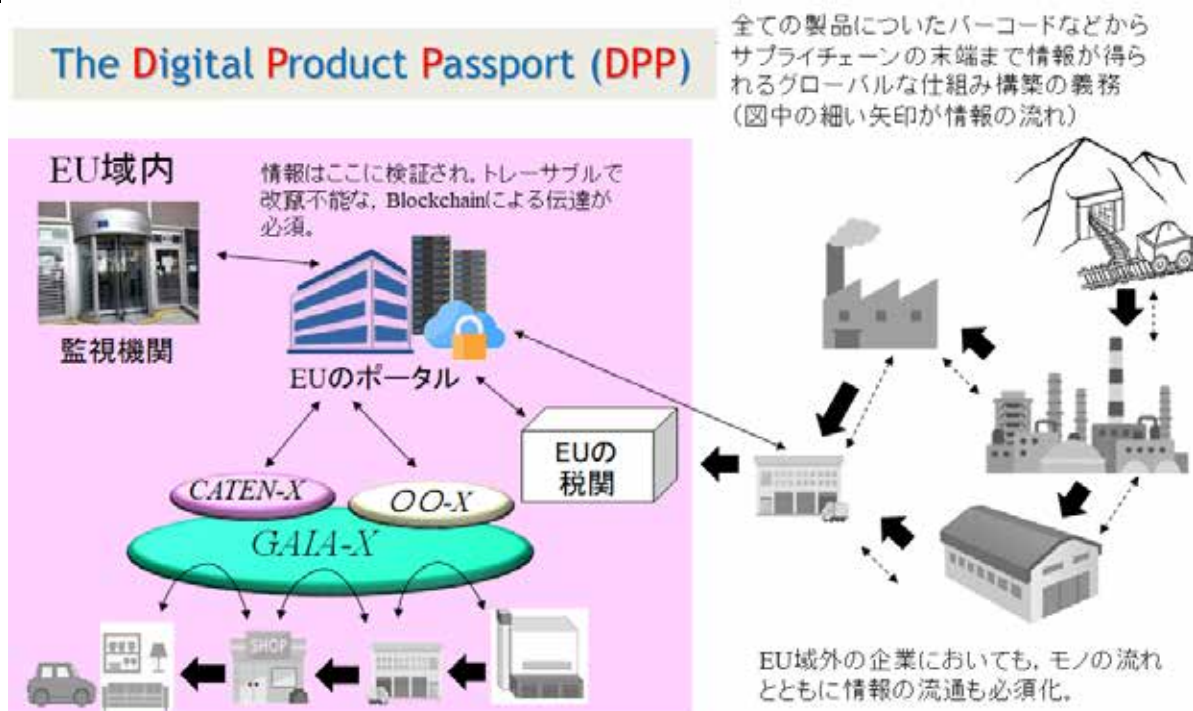
欧州の新たな製品政策としてのDPP（デジタル製品パスポート）

欧州の製品政策（Product Policy）は、欧州産業の国際競争力を高めるための政策のことである。欧州の経済産業省ともいえるDG GROW（成長総局）がDG ENV（環境総局）と共同で、欧州製品の市場競争力強化のための政策（法律改正や新設）を続々と仕掛けてきている。2019年にフォン・デア・ライエン新欧州委員長が率いる新しい欧州委員会が設立されてから、この動きが急激に活発化した。

特に最近の政策には二つの際立った特徴がある。一つはサステナビリティを前面に打ち出していることだ。あからさまに欧州市場の公平性を失うような政策は各国から当然非難を受ける可能性が高いが、サステナビリティのため、つまりは大義名分のためとなると、これまでもWTOの提訴をことごとく免れてきた。

二つ目の特徴は、デジタル製品パスポート（DPP: Digital Product Passport）である。DPPは原則としてあらゆる製品を対象とし、EU域外を含むサプライチェーンに沿ったすべての生産・流通・加工拠点に関する詳細な一連の環境負荷情報や資源循環性に関わる情報を収納したデータパッケージのことだ（図1参照）。

図1 欧州のデジタル製品パスポートの仕組み（筆者作成）



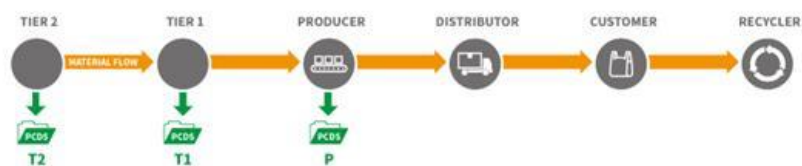
こうした情報を製品に取り付けた二次元バーコード等で読み出せるようにすることと、CEマーキング（欧州市場で製品を販売するための必須のマーク。日本のJISマークのようなもの）がリンクすることを義務付けたのである。なぜ欧州域外の情報まで範囲に含まれるのかというと、欧州域内で販売される製品には、その源流にさかのぼって、鋼材採掘から域外でのサプライチェーン全体に欧州として責任があるという前提に立っているからだ。特に製造プロセスにおける温室効果ガスの排出は国境を問わないから、理屈は通っている。しかし、一方で、こういったライフサイクル問題を対象とすることは、輸入品と域内生産品の差別化のためにも、そして域内の法律が域外にまで影響力を及ぼすためにも、きわめて有効な戦略といえるだろう。あくまで法的な義務が課されるのは欧州市場であっても、その評価範囲は日本や中国の製造拠点にまで及ぶという仕組みである。いち早く欧州企業が（中小企業を含めて）適応し、市場競争力を得るとともに、国際展開によりいずれは海外市場において優位化できる。もちろん欧州政府による域内企業への技術的支援策も同時に提供されている。また、欧州が強い標準化の分野（欧州標準化機関、国際標準化機構、国際電気標準会議、国際電気通信連合）でもDPPの標準化を活発に仕掛けている（図2参照）。

図2 ISOにおける資源循環性に関するDPPの開発（ルクセンブルグが主導）



*ImpaKT Luxembourg sàrl
in collaboration with Douglas Mulhall, Anne-Christine Ayed & Katja Hansen

Figure 5 - Who creates the PCDS?



（出所） Ministry of the Economy of Luxembourg (2020) “Luxembourg Circularity Dataset Standardization Initiative PHASE I –FINAL REPORT”, https://pcds.lu/wp-content/uploads/2020/11/MECO_CEDDataSet_PCDS_Public-27072020.pdf

日本企業に求められる対策

図1に示した欧州側のGAIA-XやCATENA-Xは欧州政府や業界団体が欧州企業を支援する仕組みとして構築しつつあるシステムの一例だ。欧州企業はこのような仕組みを活用してサプライチェーンで情報を伝達する準備を着々と進めている。当然、欧州企業はこの動きを活用して自社の市場優位性を確保すべく動いている。欧州のサプライチェーンの一部である多くの日本企業もいまから急ピッチで準備を進めなければ、関連する受注を失うことになる。そのためには、まず自社のサプライチェーンに沿って、セキュアで改ざんが防止され、トレーサビリティが確保される方法で、かついかに低コストで情報連携するのか、その対応策をまず計画する必要があるだろう。中小企業を含む個々の企業や限られた業界団体でこのようなシステムを独自に構築することは合理的な解決策とは思えない。リソース不足、無駄な重複、非互換性が発生するからだ。そこで業界横断的にどの企業も気軽にこのような情報伝達を実践に移すことができる中立的な団体を活用することがベストなアプローチだろう。今年度の報告書の中に「企業間のデータ連携を通じたビジネス・エコシステムの構築」が記載されていることと整合が取れている。欧州からの外圧に備えるためにも早急に行動を開始するべきだ。

ポストコロナ時代のデジタル・トランスフォーメーション

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社
コンサルティング事業本部 国際業務推進本部
国際アドバイザリー事業部 副部長
尾木 蔵人 委員

令和3～4年度「ものづくり競争力委員会」委員として、『製造業のDXを阻む壁の乗り越え方』について議論する機会をいただいた。日本企業のデジタル・トランスフォーメーションの事例を議論したこの2年間を振り返ると、産業界をとりまくデジタル環境も大きく変化したことに気付く。

まず、新型コロナの世界的な感染が進み、企業はパンデミックへの対応を余儀なくされ、必然的にテレワークやオンライン会議など、デジタル・コミュニケーションをビジネスに活用することが当たり前の時代に入った。

ものづくり競争力委員会も、試行錯誤あったものの、事務局である企業活力研究所の支援もあって、遠隔地からの参加をデジタルの力を活用して実現することが選択肢の一つになった。新型コロナが比較的落ち着きを見せてきた現在でも、リアルでの会議と、オンラインの選択を状況に応じて行うことが普通になった。今振り返ると、デジタル技術を使ったコミュニケーションのあり方が一般化した、大きな時代の転換点であったことがわかる。

一方、製造業の分野でも、コロナ禍に、デジタルの力を活用した新しい取り組みとして注目される事例も始まっている。注目されるのは、近年のコンピュータの進化を背景に、デジタル・トランスフォーメーションの製造業への応用として、サイバー（デジタル）空間で、工場現場というフィジカル空間をシミュレーションすることができる時代を迎えつつある点である。この仕組みは、CPS（サイバー・フィジカル・システム）と呼ばれ、今後その応用分野が広がっていくことが期待されている。

例えば東京大学は、日本の国家プロジェクト「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」の一つ、『光・量子を活用したSociety 5.0 実現化技術』課題の一環として、CPS型レーザー加工機システムの研究開発に挑戦。デジタル化した設計図から自動的にデジタル制御により加工を行うことができるレーザー加工機の高度化に取り組んでいる。

これまでのレーザー加工機は、加工のための条件（パラメータ）を見つけ出し、正しく設定を行うプロセスに時間を要することがボトルネックとされてきた。一方このプロセスを迅速かつ効率的に乗り越えることができれば、レーザー加工は、パラメータを変えるだけで、穴あけ、切断、溶接など様々な用途に利用することが可能な製造技術として、今後大きな成長が期待されている。デジタル制御を行うことが前提のレーザー加工技術を使えば、金型を使わない少量多品種生産を低コストで行うことが可能になる。また、日本でも取り組みが活発化している半導体製造の微細穴あけプロセスでもこのCPS型レーザー加工機の活躍が期待されている。

東京大学は、コロナ禍で、大学施設現場での加工実験を通じたデータ取得が難しくなった環境を

逆手にとって、最適なパラメータを見つけるための実験を完全に自動で行い、データを増やしてくれる装置の開発に成功した。これにより、24時間365日、レーザー加工の実験を完全自動で行った結果を測定し、データベースに自動蓄積するプロセスを確立して、研究室の実験施設に行かなくても、自動的に実験装置が稼働し、その結果を遠隔で確認することができる仕組みを実現した。（この成果は、100社超の企業等が参加するコンソーシアム¹³を通じて、現在社会実装が進められている。）

今後日本の高齢化が進み、労働人口の減少が進む中、飛躍的な生産効率化が重要となる。その一つの解決策であるレーザー加工のCPS化は、製造業の重要なテクノロジーとしてますます注目されていくはずである。

ポストコロナの時代が始まる中、このようなデジタル（サイバー）を活用したアプローチは益々活発化するものと予想される。このCPS化の動きは、より汎用的な用途が期待される3Dプリンティングの分野でも活用が拡大していくはずである。

また、現在世界的に注目されている「チャットGPT」に代表される大規模言語モデルの生成AIは、使い方をよく吟味する必要性がある一方で、ポストコロナ時代の日本企業のビジネス環境を大きく変貌させる潜在力をもっていると考えられる。高い専門性をもつ技術者たちがコンピュータ・プログラムを書くことによって成長を支えてきた時代から、一般のビジネス領域で生成型AI等のツールが、業務を支援してくれる時代に移行しつつあると捉えることもできる。

新たな環境変化が企業に訪れようとしている。これからは、デジタル領域の進化がますます加速し、企業は改めて、デジタル・トランスフォーメーションへの取り組み方を考えることが必要になっているのではないだろうか。

参考文献：「超スマート社会への挑戦」東洋経済新報社 2023 年 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング 尾木蔵人 監修

¹³ <http://www.utripl.u-tokyo.ac.jp/tacmi/index.html>

製造業のDX化—日本特有の壁と打開策を考える

ジャーナリスト

三神 万里子 委員

デジタル化の壁は日本特有の多重構造を成している。打開策とともに順に述べたい。

まず、デジタル人材の不足は情報工学系の学部生を増やせば解決するわけではない。海外の有力校は、哲学科であったとしてもデータサイエンスを必須科目にする例が増しており、人材を文系・理系で二分する日本とは違う底上げスケールを見せている。DXは考え方や仕組みのトランスフォーム=Xに主軸がありデジタルは道具、データリテラシーは意思決定の基礎だ。「X」の目的は競争力強化であり、デジタル化には①社内プロセスのデータ化・自動化・遠隔化、②自社の収益モデルを組み立て直す事業開発、③テック系サービスを分社し販売、さらに産業構造を変える起業といった段階がある。この実務階層が未整理のまま「IT人材」「デジタル人材」と大雑把に語られるが、裾野にあたる①は文系でもデジタルネイティブ世代に権限移譲することで短期脱皮を遂げた中小製造業が国内でも登場している。

人材不足を補う名目で、民間企業によるリスクリングサービスも隆盛中だが、こうした未整理のためか②や③の「X」を出口とし、資金調達も含むビジネスモデル構築とテックススキルを両建てにした講座は筆者が知る限り国内に一例しかない。この場合“ブートキャンプ”に6か月間フルタイム通学する必要があり、拠点は東京を含み全国で数か所のみだ。説明会に地方から参加していた30代前半の男性は、退職した上で東京のシェアハウスに住んで出費を抑え、貯蓄を崩し半年でキャリアチェンジをする計画だった。彼はすでにプログラミング実務経験があるためリスクをとれた。

IT業界への高い転職率を謳う助成金対象コースも、大手SIerの下請け～孫請け企業に分業の保守人員として採用されているのが実態だ。

米国のノーコードアプリ開発教育をオンラインで無償提供する企業によると、社会の需要からビジネスモデルを構想し、開発まで担える人材は全人口の0.3%以下。これは小規模で趣味的なスマホ用アプリ開発を含んだ数字である。

日本だけでなく欧州でも人材不足は深刻で、ドイツの推計も日本と似ている。超先端人材は世界が奪い合い、日本人で国内に留まる層は大企業が奪い合う。日本では彼らに副業を認めることで海外水準の高年収を確保、一人が政府系を含む複数案件を担う方法で凌ごうとしているが、業務の進捗は遅れる。ゆえにテック系成長企業や「X」を遂げた国内中堅企業はもはやインド人技術者が担い、業務は英語だ。続く中間技術者層は、東南アジアの人材紹介が進出中だ。

この波に躊躇する中小製造業は、英語での社内コミュニケーションも、長期定着しづらい外国人材にも抵抗感を持っている。さらに「デジタルで繋ぐこと自体が不安」という意見や、ハッキング対策のソフトや情報流出に備える保険商品が出ても「費用対効果がわからない」、「レガシーを守りながらデジタル化を進める二重の手間が確保できない」本音がある。

しかしこの状況も冷静な整理が必要だ。日本企業の情報流出は、そもそも50%以上がデジタル化以前の人的な油断による。金融機関は顧客の経営助言にこの現実を組み込み、「X」に向けた意識改革をするのが第一歩になるだろう。さらに、人材不足としながら国内現役人口最大層の氷河期世代や非正規雇用の女性は本格的リスキリングから排除されている。「女性は事務」という先入観も根強いが、すでに女性事務員を産業メタバースやプラント内ARを使って技術系にシフトさせる試みが国内でも始まっている。バックオフィス業務のデジタル化を進めた結果、事務職がだぶついているからだ。スマートゴーグルやタブレットを介して現場を見ると、操作手順がARでポップアップするため、膨大な手順書を覚える必要がない。まずは機械類に慣れさせ徐々に装置の背後で蓄積するデータリテラシーにつなげる算段である。

ARは多言語で指示表示もする。これまでは属人的にすべてを教え過ぎたために、短期で外国人従業員が離職するとノウハウが競合海外他社に流出する問題があったが、防御的な効果も新たな管理手法には期待できる。

日本の製造業にとって今後盲点となるのは、若年人口が多数を占める海外勢の感覚だろう。日本が現役激減時代に入る2025年、歴史上世界最大の人口は中学生以下の「 α 世代」になる。彼らは幼少期からゲーム空間で国境を越えて繋がりコーディングを教えあい、開発したゲームをアップロードしてはSNSコミュニティで事業化アイデアを無償交換している。未成年を含む若年層の起業も増加中で、大手ITベンダー出身者やデータサイエンティストがベンチャーキャピタルに控え24時間体制のチャットで彼らの技術支援をし、成長速度に寄与している。

混沌の放置は遅れを助長する。構造を整理し、一連のプラットフォームの製造業版や業界版を早急に作る発想が、残り数年で日本に増えることを願う。

参考資料

ものづくり競争力研究会（2021-2022年度）開催日程

<2021年度>

第1回 2021年9月21日

- (1) 2021年度調査研究の概要・方針の説明
- (2) 「製造業のDXに向けた問題提起—製造業のDXを阻む壁を乗り越えるために—」
東京大学 未来ビジョン研究センター 客員研究員
小川 紘一 座長

第2回 2021年10月29日

- (1) 「産業エコシステムとDX」
多摩大学 ルール形成戦略研究所 客員教授
市川 芳明 委員
- (2) 「製造業DX 現場から」
東芝デジタルソリューションズ株式会社 IoT技師長
中村 公弘 委員

第3回 2021年11月12日

- (1) 「DXを読み解く」
東洋大学 経営学部 経営学科 教授
高梨 千賀子 委員
- (2) 「日本の製造業でDXが進まないのは何故か」
ジャーナリスト
三神 万里子 委員

第4回 2021年12月13日

- (1) 「我が国製造業でDXが進まないのはなぜか？」
法政大学 デザイン工学部 システムデザイン学科 教授
西岡 靖之 委員
- (2) 「『部門を横断した試行錯誤における摩擦低減のための研究』についての提言」
AWS ジャパン株式会社
プロフェッショナルサービス本部 データアナリティクスコンサルタント
池田 拓史 委員

- (3)「我が国製造業でDXが進まないのはなぜか?—DXを外部から支援する観点—」
三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社
コンサルティング事業本部 国際業務推進本部 国際アドバイザー事業部 副部長
尾木 蔵人 委員

第5回 2022年1月20日

- (1)「日本企業のDXの現状について—DUCスコアによる現状把握—」
筑波大学大学院 ビジネス科学研究科 教授
立本 博文 委員

- (2)2021年度論点整理案の審議

第6回 2022年2月21日

- (1)「製造業におけるDXの現状」
株式会社INDUSTRIAL-X 代表取締役
八子 知礼 氏

- (2)2021年度論点整理案の審議

第7回 2022年3月15日

- (1)「新たな社会・産業構造実現に向けたデジタルアーキテクチャデザイン」
慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 教授
白坂 成功 委員

- (2)2021年度論点整理の取りまとめ

<2022年度>

第1回 2022年7月26日

- (1)2022年度調査研究の方針および調査対象企業の説明
(2)「2022年版ものづくり白書」概要の説明および意見交換
経済産業省 製造産業局 総務課 参事官 ものづくり政策審議室長
伊奈 友子 氏

第2回 2022年8月26日

- (1)「鍋屋バイテック会社のDX」
鍋屋バイテック会社 常務取締役
丹羽 哲也 氏

第3回 2022年9月9日

(1)「DXって中小企業にもできるの？」

株式会社三松 代表取締役社長

田名部 徹朗 氏

第4回 2022年10月7日

(1)「実は儲かるDXとカーボンニュートラル」

旭鉄工株式会社 (i Smart Technologies 株式会社) 代表取締役社長

木村 哲也 氏

第5回 2022年11月11日

(1)「ダイセル式生産革新の取り組み事例」

株式会社ダイセル 社長室長 兼 モノづくり革新センター長

三好 史浩 氏

第6回 2022年12月20日

(1)「ASPINA DXへの取り組み—社内効率化と新規価値創造—」

シナノケンシ株式会社 代表取締役常務

金子 行宏 氏

シナノケンシ株式会社 開発技術本部 本部長補佐

清水 賢一 氏

第7回 2023年1月24日

(1)「常石造船のデジタル化と社内展開」

常石造船株式会社 取締役常務執行役員

芦田 琢磨 氏

(2)2022年度報告書骨子案の審議

第8回 2023年3月10日

(1)2022年度報告書案の審議

ものづくり競争力研究会（2021-2022年度） 委員名簿

（委員 五十音順、敬称略、所属役職等は研究会開催時点）

座長：	小川 紘一	東京大学 未来ビジョン研究センター 客員研究員
委員：	池田 拓史	AWSジャパン株式会社 プロフェッショナルサービス本部 データアナリティクスコンサルタント
	市川 芳明	多摩大学 ルール形成戦略研究所 客員教授
	尾木 蔵人	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 コンサルティング事業本部 国際業務推進本部 国際アドバイザー事業部 副部長
	白坂 成功	慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 教授
	高梨 千賀子	東洋大学 経営学部 経営学科 教授
	立本 博文	筑波大学大学院 ビジネス科学研究科 教授
	中村 公弘	東芝デジタルソリューションズ株式会社 IoT技師長
	西岡 靖之	法政大学 デザイン工学部 システムデザイン学科 教授
	三神 万里子	ジャーナリスト

<オブザーバー>

伊奈 友子	経済産業省 製造産業局 総務課 参事官 ものづくり政策審議室長
松高 大喜	経済産業省 製造産業局 製造産業戦略企画室 ものづくり政策審議室 課長補佐 (2021年度)
蓬田 桂一郎	経済産業省 製造産業局 総務課 ものづくり政策審議室 課長補佐 (2022年度)
福水 雄己	経済産業省 製造産業局 ものづくり政策審議室 係長 (2022年度)
築瀬 創一	経済産業省 製造産業局 ものづくり政策審議室 調査員 (2021年度)
杉原 諒	経済産業省 製造産業局 ものづくり政策審議室 調査員 (2022年度)

<事務局>

安達 健祐	一般財団法人企業活力研究所 会長
福岡 徹	一般財団法人企業活力研究所 専務理事
北畠 祥	一般財団法人企業活力研究所 企画研究部長
福本 泰起	一般財団法人企業活力研究所 主任研究員
吉本 陽子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 主席研究員
平田 薫	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 主任研究員

ものづくり競争力研究会(2021年度)論点整理
『製造業のDXを阻む壁の乗り越え方に関する調査研究』

2022年3月
一般財団法人 企業活力研究所
ものづくり競争力研究会

(https://www.bpfj.jp/report/manufacturing_r03/)

1. DXに取り組むうえで前提となる議論

- ・DXは、製造業の企業成長（競争力強化）だけでなく、グリーン社会の実現をはじめとする社会課題の解決も含む）に向けて高い潜在可能性を有する。
- ・しかし、我が国製造業の経営層、マネジメント層、現場担当者の多くが、外部環境で進む「経済・社会システムの大転換」を把握できておらず、「認知のバイアス」が生じている。したがって、DXに取り組む必要性や緊急性について十分に腹落ちできていない可能性がある。
- ・ただし、「認知のバイアス」を一定飛びに解消しようとするとは拒否反応が起こりうるため、拒否反応を上手く回避する工夫が必要になる。
- ・また、DXに関しては単にデータをつなぐだけでは成果は得られないため、サイバー空間での効果的なデータのつなぎ方について十分に検討し、理解を深めることが必要になる。

経済・社会システムの大転換		
	具体例	
DXでデータを効果的につなぐことにより産み出される価値	見えなかったことが見えてくる	・社内・部門間に別々に管理されていた「在庫データ」、「受注データ」、「生産予定データ」を統合し、リアルタイムに把握できるシステムを開発 ⇒ 営業担当者や、製造現場にわざわざ確認をとる必要がなくなり、顧客に対して、即座に正確な説明を知らせることが可能に ・メーカーとサプライヤーが連携してサプライチェーン全体の調達状況を可視化するシステムを開発 ⇒ 災害などの不測の事態が生じた際の状況把握が容易になり、稼働再開、代替生産、在庫調整といった迅速な対応が可能に ・受発注を自動でマッチングさせてプラットフォームを開発 ⇒ 【発注企業】低い調達コストで最適な発注先を選ぶことが可能に ⇒ 【受注企業】稼働企業からの似た発注を一括化することで製造コストが削減可能に ⇒ 【プラットフォーム】受発注双方に便益を提供することでネットワーク効果が働き、ビジネスを拡大
	カーボンニュートラルへの対応	・気候変動問題が深刻化するなかで、カーボンニュートラルへの対応を求める動きが欧州を中心に急拡大 ⇒ サプライチェーン全体でのエネルギー効率の最適化やカーボンフットプリントによるCO2排出量の正確な記録・把握が求められるように ・パンデミックや自然災害、経済安全保障をめぐる国際情勢の変化などによって、サプライチェーン（値）リスクが増大 ⇒ サプライチェーンの柔軟化や強靱化を図ることが重要に ・サプライチェーンで起こった人権侵害や環境汚染に対する訴訟リスクへの懸念 ⇒ サプライチェーンを適正に管理するとともに透明性を高めることが重要に
DXで対処すべき喫緊の問題	サプライチェーンのガバナンス強化	



国内における認知のバイアス（誤解・思い込み）	
DXに対する限定的な理解	・DXの目的を「効率性向上」や「自動化」など狭く理解していること ⇒ DXを多様な目的と結びつける発想の不足 ⇒ DXの本質が「ビジネスモデルの革新」や「創造的破壊（イノベーション）」にあるという発想の不足 ・DXとデジタル化（既存業務のデジタルへの置き換え）の混同 ・DXを「企業間連携」とセットで考えたり、「顧客やエンドユーザーと一緒に考える」という発想に及んでいないこと ・予算をつければ、ある程度短期的かつ確実に、相当の成果が出せるはずだという思い込み（大きな成果を得るには時間がかかることの理解不足）
	・長年続いていく日本経済の「低成長・低安定」への慣れ ・DXへの取り組みが遅れても仕事がすぐになくなるわけではないという希望的観測 ・同業他社などの動きを真ながら足並みを揃えてDXを進めれば問題ないだろうという他流比意識
危機意識の低さ	
「ものづくり」のレガシー	・現場にある属人的な技能・知識の豊かさ ・高度に専門化された分業組織（班）での「すり合わせ」や「カイゼン」の伝統 ・ピラミッド型で明確な役割分担のある既存のサプライチェーン ⇒ これらが現在でも日本の製造業の競争力の源泉となっているがゆえに、かえって認知を広げるうえでの妨げに

2. DXを阻む壁とDX戦略

- ・DXを阻む壁を乗り越えて成果を得るためには、データを「活用」可能な形に調整することが必要になる。また、製造業のDXを「外部」から支える仕組みづくりも必要になる。
- ・DXを阻む壁の具体的な内容はDX戦略①社内やサプライチェーンとの関係を変革するDX、②エンドユーザーも含む顧客との関係を変革するDX)ごとに異なるため、各戦略に合わせた対応が必要になる。また、それぞれのDX戦略は単独でも成立しうるが、①と②を同時並行で進めたり、①から②のように段階的に進めたりすることも考えられる。

DXを阻む壁		DX戦略	① 社内やサプライチェーンとの関係を変革するDX (業務プロセスの信頼性・効率性の向上)	② エンドユーザーも含む顧客との関係を変革するDX (新たなデジタルサービス提供による収益増)
1. データ活用の壁 DXを実現するための、適切なデータ活用ができておらず、DXを阻む壁となっている	1-1 データを物理的・概念的につなげるプロセスを進められないこと		・【データ化するための下準備】現場の事務をデータ化しようとしても、そもそもデータがなかったり、データが文庫にだけ使えなかったりする場合が多く、データ化の下準備に多大なリソースが必要になること ・【データの構造化】製造業特有の「レガシーインフラ」に囲まれた、高度に専門化された分業組織(現場の集合体)のそれぞれがバラバラに持っているデータの構造化が困難であること ・【データをつなぐ範囲】従来の企業間関係のままでデータをつなごうとしているため、投資回収できるほどの規模の経済が働いていないこと	・【データ化するための下準備】新たなデジタルサービス提供に必要な情報を顧客やエンドユーザーなどから集めるための合意形成が困難であること ・【データをつなぐ範囲】APIを公開するなどして、業種や業界を超えて参加者が増加し続けるオープンエコシステムの設計や基盤が困難であること
	1-2 つないだデータを活用するイメージを想起できないこと		・【作業成果のイメージ】どのようなデータを社内やサプライチェーンでつなげば、信頼性・効率性の向上につながるのかのイメージを想起できないこと	・【作業成果のイメージ】どのようなデータを顧客などをつなげば、新たなサービスが提供できて収益増につながるのかのイメージを想起できないこと
	2a-1 DXに対するモチベーションが高まらないこと		・【DXの理解】DXの本質は「創造的破壊(イノベーション)」→ DXが既存の業務プロセスやサプライチェーンの改革を伴うものであることに関する発想不足 ・【製造業に残る固定概念】部門・企業ごとの分業によって成長してきたという過去の成功体験を変えられないこと ・【ビジネス環境の変化への感覚】人権やグリーン、プロフィット・シェアリング、レジリエンスなどの多様な理由で、製造業のサプライチェーンをトラックしようとする世界的な動きがあることへの感覚が十分でないこと	・【DXの理解】DXの本質は「創造的破壊(イノベーション)」→ DXが既存のビジネスモデルや収益モデルの変革(使い切り型)からサブスクリプションなどを伴うものであることに関する発想不足 ・【製造業に残る固定概念】「ものづくり」や「自社専売」による価値創出という過去の成功体験を変えられないこと ・【ビジネス環境の変化への感覚】デジタル技術を活用してサイバー空間で新しい価値創出が可能になっていることへの感覚が十分でないこと
2b. 企業間の体制の壁 DXを実現するための、適切な企業間関係の体制が整備されておらず、DXを阻む壁となっている	2a-2 既存の企業組織が変化に対応できていないこと		・【部門間関係】機能別に縦割りで分かれていることが多い製造業では、部門間でやりとりすると、さの制度的・心理的障壁が高く、相互の連携が滞りがちであること	・【顧客接点の部門】売り切り型のビジネスモデルが中心だったため、顧客接点を維持・強化する組織・体制が強いこと ・【企業組織の柔軟性】新たなデジタルサービスを次々に開発・提供する組織になっていないこと
	2b-1 既存の企業間関係が変化に対応できていないこと		・【企業間関係】既存のピラミッド型の企業間関係がDXによって「中抜き」が進んでいく動きへの警戒から再編が中々進まないこと	・【企業間関係】製造業だけでなく、異業種もパートナーと考え、競争ではなく「共創」しながら価値を生まむための関係づくりがいないこと
3. 外部環境の壁 製造業のDXを外部から支える取り組みが不十分であり、DXを阻む壁となっている	3-1 事業者団体の課題		・【産業インフラづくり】産業インフラとないうるデジタル・プラットフォーム構築など、業界や産業としてのデータ連携の取り組みが進んでいないこと	
	3-2 IT産業の課題		・【IT産業のビジネスモデル】IT産業の「工務店向け」なビジネスモデル(多重下請け構造、人月単位でプロジェクトを受注して終了後は何も残らない)商習慣などがそもそもDXにマッチしておらず、結果として製造業にも十分なサービスを提供できる仕組みになっていないこと	
	3-3 大学・研究機関の課題		・【人材育成】日本の大学では「実証的なIT」を指導できる体制が整っていないこと ・【産学連携】ドイツのフ라운ホーファー・モデルに見られるような産学連携が日本では進んでいないこと	

3. 企業による打開の方向性¹⁾

- ・製造業の DXには確立された手法があるわけではないため、企業としては以下の 2 つのプロセスを試行錯誤しながら長期的な視点で進める必要がある。
- ・2 つのプロセスは、DXに向けた 1 つの取り組みを「データ利用」と「組織・体制」という別々の観点に注目して整理している。したがって、各プロセスには重複があり、相互に関連し合いながら進むことが想定される。

(1) データ利用の壁を乗り越えるために必要なプロセス

	データをつなぐ下準備を行う	データを物理的につなぐ	データを意味的につなぐ	共通のエコシステムを構築する
内容	・社内ですべての事業(機器の稼働状況や人の動きなど)をデータ化して取得する仕組みを構築すること	・社内の機器、システムが互いに通信できる仕組み (IoT化) を構築すること	・異なるコードや形式のデータを変換し、相互運用できる仕組みを構築すること	・データをつなぐ部門や企業がお互いに Win-Win となるようなルールや関係を構築すること
主な問題	・そもそも必要な量のデータが収集できていない ・収集したデータの品質(正確性や粒度など)が揃っていない ・人間系での入力に頼る部分が大きい ・データを効果的につなぎ追加価値に転換する能力の開発が進んでいない	・スタンドアローンのレガシー構築、システムが数多く残っている ・機器ごと、システムごとに独自の通信プロトコルが採用されている場合が多い	・オントロジー情報の作成やデータモデル構築の必要性の理解がまだ全体まで浸透しておらず、取り組みが十分に進んでいない ・異なるコードや形式のデータの数や種類が多い	・データを有効につなぐことのような価値が生まれるのに関与する共通理解が十分に醸成できていない ・協働領域と競争領域が整理できていない ・セキュリティに対する不安が大きい

(2) 企業内や企業間の組織・体制の壁を乗り越えるために必要なプロセス

	企業内の試行錯誤			企業間の試行錯誤		
	問題発見	問題共有	課題設定・解決	問題発見	問題共有	課題設定・解決
経営者 (CIO, CDO も含む)	・ DXをめぐる世界的潮流を敏感に感知して情報収集・整理 ・ DXの正確な定義を理解・周知して、社内の共通理解を形成	・ 自社の将来像(ビジョン)を構想 ・ 全社的なビルダー文化(主体的に参加する、協力する、邪魔しない)の醸成	・ 既存事業と DXの双方に配慮した経営資源の配分	・ 自社単独では解決できないが、企業間連携で解決できる問題(社会課題など)について情報収集・整理 ・ 既存の産業構造や企業間関係に関する固定観念の打破	・ 自社が参画するエコシステムの将来像を構想 ・ パートナーとの共通理解の醸成	・ 企業間関係関係(他社とのプロフィットシェアリングなどの再構築・再配置)
事業部門	・ 自部門に閉じない、部門横断的な問題の抽出	・ 部門間の対話促進、他部門の協力者づくり	・ 自社の将来像に到達するための具体的な課題を設定して実験、進捗管理 ・ 移行期のマネジメント	・ 既存の企業間関係が抱える問題の抽出	・ 企業間の対話促進、他社の協力者づくり	・ エコシステムの将来像に到達するための具体的な課題を他社と協調しながら設定し実験、進捗管理
IT 部門	・ 事業部門が抱える問題への理解、共感	・ デジタル技術で何が解決できるのかの範囲の理解を深め、社内全体にも共有	・ デジタル化率ではない自社の将来像に沿った KPI を設定	・ 事業部門の企業間連携システムの構築支援	・ エコシステムの設計やそれを支えるデジタル技術に関する知識をパートナーと共有	・ 価値が生まれる場(デジタル・プラットフォーム)を構築し、他社にもオープン化 ・ セキュリティを強化する仕組み構築

¹⁾ 前頁の通り、製造業の DXを阻んでいる壁には製造業の外からの働きかけや支援によって乗り越えるべき「外部環境の壁」も存在しているが、本論点整理では企業自身の取り組みによる打開の方向性について整理することとした。

2022年度（令和4年度）調査研究事業
製造業のDXを阻む壁の乗り越え方に関する
調査研究報告書

2023年（令和5年）3月

一般財団法人 企業活力研究所

〒105-0003 東京都港区西新橋1-13-1

Tel (03) 3503-7671 Fax (03) 3502-3740

<https://www.bpfj.jp/>

