

日本の中小製造企業のDXを活用した生産性向上戦略

韓信大學校

韓光熙

1. 序論

日本の中小製造企業はモノづくりを土台に自社が生産した製品の技術力と性能を土台にグローバル市場で高い競争力を維持してきている。ところが最近になって中小製造企業の生産活動と関連した環境変化により、単純に製品を生産して販売するビジネスモデルとしては収益を極大化することがますます難しい環境になりつつある。

それは第4次産業革命によってAIやIoTのようなデジタル技術が企業の経営活動に多様に普及し、製品だけでなく生産関連データを活用してより高い付加価値を獲得できる環境が提供されているからである。すなわち自社が生産した製品を販売した後も自社の顧客が利用するデータを取得した後にそれを解釈することになれば、製品の販売だけでなく追加的なサービスやソリューションを提供することも可能になる。すなわち、製造業にデジタル技術を取り入れ、サイバー空間でもデータを活用して価値を創出しなければ、競争優位を確保できない環境に変化している。

このようなデジタル技術の登場と環境変化に対応しながら、企業の収益創出と成長をもたらす目的で、日本の中小製造企業にDXが注目されている。デジタル技術は中小製造企業にとって自社の競争力を極大化する手段となっており、さらにデジタル技術を活用することで生産者やサプライヤー、消費者などの関係者の絆を深め、新たな価値創出を可能にしている。

そこで本論文の目的は、日本の中小製造企業がデジタルトランスフォーメーションを推進する根本的な理由は何であり、そのようなデジタルトランスフォーメーションを推進することによって得られる効果としてはどのようなものがあるのかを調べることである。また、日本の中小製造企業がデジタルトランスフォーメーションを展開していく過程で現れる特徴としては、どのようなものがあるのかを日本企業の事例分析を通じて分析してみる。そしてそのような分析を通じて、日本の中小製造企業が現在運営しているDXの運営モデルを導き出すようにする。

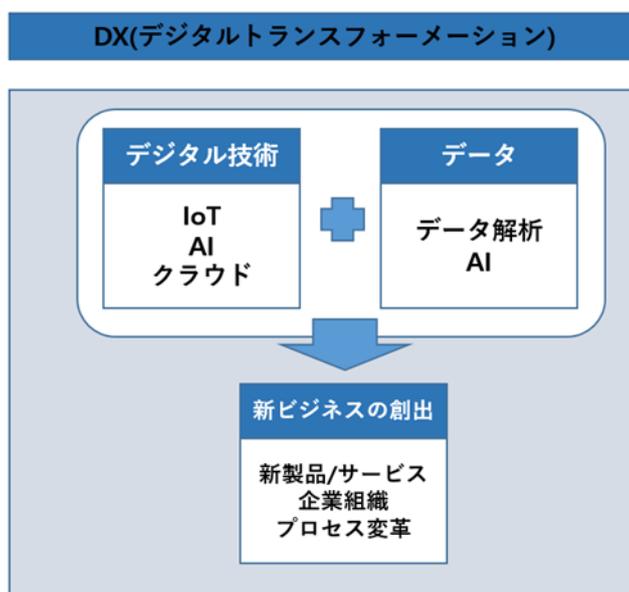
2. 日本の中小製造企業におけるDX 導入要因及び現状

1) DXの定義

デジタルトランスフォーメーション (Digital Transformation) は、単なる企業の経営活動にIT化を導入することだけを意味するものではない。DXに係る日本の経済産業省 (2018) の定義を見る

と、「企業がビジネス環境の急激な変化に対応していくため、データやデジタル技術を活用して顧客や社会が求めるニーズに応えられるよう製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや組織、プロセス、企業文化・風土を変革することで競争企業との競争の中で優位性を確立すること」と説明している。すなわち、企業が自社の経営活動にIT技術を導入し、経營業務やビジネスモデルを肯定的に変革していくことを意味する。したがって、個別企業がDXにどのように対処するかは、企業の未来に大きな影響を与えていることが分かる。

<図1> デジタルトランスフォーメーションの概要



資料:著者作成

<図1>に示すように、今日の先進国の企業を対象にIoT、ビッグデータ、さらにAIなどのデジタル技術を活用してビジネスモデルや組織、業務、企業文化・風土などを抜本的に変革し、新たな成長・競争力強化へとつなげるDXの流れが急速に展開されている。

一方、大企業と比較して人的、物的資源において不利な位置にある中小製造企業が、自社の競争力を維持・強化するためにDXを推進していくことが求められているが、限られた経営資源の中でDXを直ちに実現することは容易なことではない。そのため、自社の競争力を極大化するためにどのような部分に集中し、競争力を強化するかを綿密に検討して対応していく努力が必要だと言える。

<表1> デジタル技術が製造企業に与える影響

	肯定的 影響
経営的価値	-人手不足の解消 -生産性向上によるコスト改善 -作業効率の改善による納期 短縮 -新規顧客の開拓
技術的価値	-作業標準化による不良率 改善 -技術平準化による安定性 向上

2) 日本の中小製造企業のデジタル推進状況

日本の中小製造企業がデジタル化を推進し、生産性向上や競争力強化を目指す企業が大企業と比べてまだ相対的に低い割合を示している。日本の統計データやアンケート調査結果などを踏まえ、中小製造企業のデジタル化現状を見ると以下の通りである。

一般に日本の中小製造企業は本格的なデジタル時代を迎えてはいるが、どうしてもノウハウや人材、資金不足、そして費用対効果が予測しにくいという理由でデジタル化がなかなか進んでいないことを示している。

2022年に帝国データバンクが実施した「DX推進に関する企業意識調査」によると、DXの意味を理解し取り組んでいる中小企業の割合は13.0%という低い割合を示しており、大企業（28.6%）と比較しても半分以下である。

併せて、日本の中小企業全体を対象にITツール・システムの導入状況を調査した資料を見ると、最も多く導入されたものとしてはコミュニケーションに関わるITツール・システムであり、全体の63.1%が導入している。このような結果は、どうしても新型コロナウイルス感染症の拡散によってビジネスチャットやテレビ会議システム、SNSなどの普及が拡大した結果を示すものとも言える。それにもかかわらず、まだ中小企業の3分の1以上がこれらのツールを活用していない状態である。コミュニケーションの次に多いのが人事（62.2%）や経理（54.7%）などに関するツールである。従業員の勤怠管理や給与計算、経費支払いなどはすべての企業で発生することであり、さまざまなソフトウェアやツールが用意されている。ただ、やはり半分未満の中小企業が導入していない。従業員数が少なく、事業規模も小さい中小企業ではデジタル化の必要性や利便性を感じにくいということかもしれない。

特に中小製造業に限定してみると、中小企業全体とほぼ同じ傾向を見せている。生産管理は中小製造業が58.5%で、全体中小企業（43.1%）に比べて高かった。ただし、ここでいう「生産管理」とは、コンピュータを用いて設計図面を描くCADシステムを含んでいる。このため、中小企業全体でも40%以上が導入していることが分かった。

このような調査結果を見ると、中小製造業ではデジタル技術を活用して生産現場全体の進捗を把握する取り組みはそれほど進んでいないことが分かる。そして経営分析と業務自動化に対しても中小製造業導入比率はそれぞれ25.5%、11.7%に止まっている。

そして中小製造業でデジタル化が進まない要因と関連して労働政策研究・研修機構(2022)が調査した結果を見ると、「デジタル技術導入にかかるノウハウの不足」が52.2%で最も高かった。次いで「デジタル技術活用において先導的役割を果たせる人材の不足」(43.3%)、「デジタル技術導入にかかる予算の不足」(40.7%)、「他に優先すべき課題がある」と回答した企業は全体の17.7%であるため、デジタル化に対する意識はあるものの、ノウハウ・人材・予算という3つの不足が問題となっていることがわかる。

3) 日本の中小製造企業のデジタル導入要因

前述したように、4次産業革命を根幹とした本格的なデジタル時代の到来は、中小製造企業にも大きな環境変化をもたらしている。本節では中小製造企業にデジタル化が要求される要因について考察をする。

① 労働力の減少

日本の人口は2008年をピークに徐々に減少している。国立社会保障・人口問題研究所の推計によると、2053年には日本の全人口が1億人を下回る見通しである。日本の生産年齢人口はすでに1995年をピークに減少に転じている。2022年の生産年齢人口は約7,000万人と推算されるが、2056年には5,000万人以下に落ちる。今後30年間で約30%減少する見通しである。このような人口減少が発生する中で生産量を増加させる方法の一つが、人の役割をデジタル技術で補完することだ。

② 事業環境の変化への対応

地震豪雨のような日本で突発的に発生する災害は、中小メーカーの事業環境への変化を求めている。すなわち、予期できなかったいかなる事態が発生しても中小製造企業は供給責任を全うすることを要求している。また、2020年流行が始まった新型コロナウイルス感染症はサプライチェーンに混乱を招き、人との接触を減らすことを課題とした。人員に余裕を置いた勤務態勢の構築とデジタル技術を活用した働き方など、中小製造業は事業環境の変化に対応しなければならない。

COVID-19事態を経験しながら、日本の中小製造企業にテレワークに代表されるデジタル技術の活用は、事業持続可能性を高める効果的な手段となっている。

③ 生産性向上

日本の生産性本部(2021)によると、日本の2020年の1人当たり労働生産性(就業者1人当たり付加価値

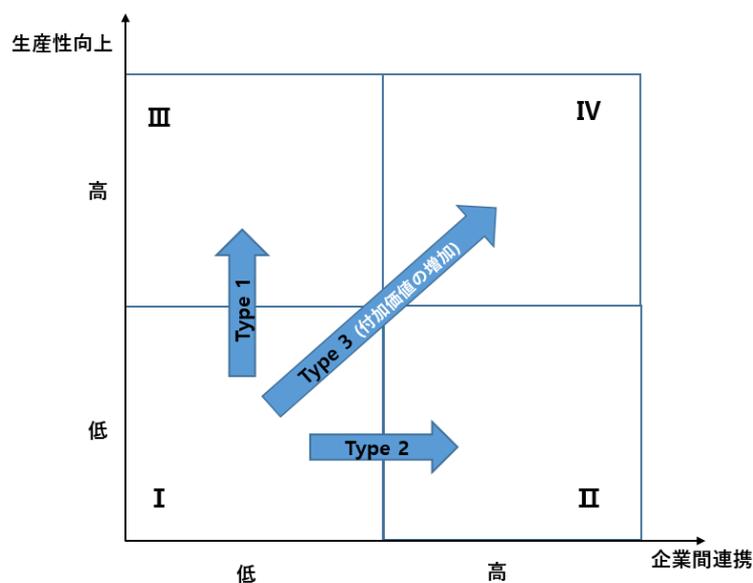
額)は7万8655ドルでOECD38加盟国中28番目であって順位は1970年以降最も低くなった。製造業労働生産性向上の鍵を握っていると知られたところが中小製造業である。中小製造業の労働生産性を見れば、大企業製造業に比べて半分以下水準である状況が続いている。

3. 日本の中小製造企業におけるDX導入事例

1) 日本の中小メーカーにおけるDX導入分析モデル

日本の中小製造企業のDX導入および運用に対する特徴を分析するために、<図2>で示すように分析モデルを利用して調べることにする。分析モデルで提示される横軸はDXを導入して運営する製造企業が、自社の内部的な運営から出発して次第に外部の他企業と互いに連携することによって、企業間連携の強度がどの程度強いかが示している。そして縦軸はDXを導入して運営する製造企業で生産性向上に寄与している強度がどの程度高いか低いかが示している。

<図2> 日本の中小製造企業のDX運営分析モデル



資料:著者作成

<図2>に示すように、中小製造企業がDXを導入する以前は、比較的低いレベルでの生産性向上や企業間の連携活動が行われていた。したがってDX導入以前の中小製造企業の活動領域は、主に第1斜面という限られた領域に制限されていると言える。

ところが、日本の中小製造企業が市場を拡大し売上を増加させるための目的でDXを生産活動に導入して運営することにより、それ以前と比べてはるかに高い生産性向上をもたらす第3斜面の領域

に進入することになった。また、自社と取引関係にあるか、あるいは同種業界にある企業間の連携活動を踏まえ、規模の経済性を追求しつつ競争力を強化していく第2斜面の領域に入ることとなった。

そして究極的には第4斜面で示すように、生産性向上はもちろん企業間連携活動を同時に強化することでより高い付加価値を極大化する第4斜面領域の段階に進入することになるのだ。

このように、今日の日本の中小製造企業はDX導入以前の領域である第1斜面領域から出発し、生産性向上及び企業間連携活動強化を同時に追求する領域である第4斜面に至るまでの新たなDX戦略を拡大していくことで、自社商品に対する認知度及び競争力を拡大していることが確認できる。

2) 日本の中小製造企業におけるDX運営事例

① Type 1 の事例

日本の中小製造企業が共通して抱えている課題の一つが生産性向上だと言える。従業員数127人規模の企業であるドメックスは、複合機と呼ばれる生産設備の稼働状況を遠隔で把握する目的で積層灯（表示灯）に感知センサーを取り付け、どの色が光ったかを自ら確認した後、感知されたデータがネットワーク経由で作業事務所コンピュータやスマートフォンに送信され、当該データを確認できるシステムを構築した。

ドメックスは自社が製品を生産する機械が止まらずに動き続けることさえできれば生産性を高めることができるという判断の下で、機械の停止時間を最大限短くできるならば生産性向上は容易だと判断した。その結果、ドメックスは自社の生産性向上を達成するための一次的な数値目標として、現在の生産性と比較して約20%の生産性向上を目標に設定した上で、このような目標値を達成できれば従業員が夜間勤務をしなくても利益率を高めることができると判断した。

そしてドメックスはIoT技術を融合させ、生産性向上のために細部的な実行方を推進することになり、製品生産過程で生産設備が不必要に停止する時間を最小化することで、IoTシステム設置以前と比べて約20%以上の生産性向上をもたらすようになった。さらにIoTシステムを利用して蓄積されたデータを分析して発生する異常現象を事前に予測し可視化し、該当問題点に先制的に対応していく能力を備えるようになった。このような生産設備のロスタイムを最小化する一連の改善活動を通じて、ドメックスは生産性向上を達成することになり、これらの結果は自社の収益率向上にもつながる結果をもたらすことになった。

また、生産設備の稼働状況をデータとして蓄積できるようになり、どのような作業過程で異常が発生したのかを可視化し、それに対する問題点を分析できるようになり、改善効果が非常に肯定的に現れることとなった。そしてIoT技術導入と関連した費用も安く解決することができた。

② Type 2 の事例

ウチダ製作所は愛知県地域における中小規模金型関連企業が直面している問題点を改善し、生産

性を高めることを目的として、当該地域の中小規模金型製造企業との提携関係を構築した上で、共同で注文受注し、新たな取引先を開拓しながら作業量を安定化しつつ共存できる仕組みを検討することとなった。

このようなシステムを構築するため、ウチダ製作所はIoTを活用して自社と提携した企業の設備に係る稼働状況を把握し、作業量を最適化・配分することにより、各提携企業の差別化された特技分野を生かして金型製作が可能な共同受注システムを構築することとなった。

提携に参加している各企業は金型製作に利用する工作機械にLogbeeというデータロガーを設置した後、稼働状況をリアルタイムで計測できるようにした。そして、このように計測されたデータはリアルタイムでクラウドに伝送され収集されることになり、このように収集された工作機械の稼働状況に応じて共同受注システムが各社の対応状況をAI技術を活用した判断分析を通じて[受付可能]、[要請相談]、[受付不可]と判定し、各社のPCやモニター端末機に稼働状態を表示するようにした。

そして外部の顧客企業から金型製作と関連した受注が発生すれば、システムを通じて提携に参加している各企業の稼働状況と特技分野を勘案し、該当注文作業を最適な状態で配分する構造で運営されている。

以上のように複数の中小規模金型製造企業において、各企業が誇る特技分野の提携をもとに分業化を推進することで、高付加価値金型の設計製作に対応できる能力を備えることができるようになった。そしてウチダ製作所はこのようなシステム活用を通じて、大型金型製造企業と比べてより安い費用で金型製作ができたため、顧客企業にも価格に対するメリットを提供している。その結果、現在は単に愛知県地域の金型製造企業だけでなく、九州や埼玉県のように地理的に遠く離れている金型製造企業からも提携協力を受けている。

③ Type 3 の事例

株式会社IBUKIはデジタル技術を使って人々のする作業の無駄を省きながら、技術創造やコミュニケーションのような人だけができることにもっと注力できるようにしなければ、今後は企業の発展が期待できないと判断し、工場のデジタル化を進めることになった。すなわち自社の生産過程でデジタル技術を活用しなければ、金型製造過程での熟練技術者の技術伝承がより一層難しくなると予測し、デジタル化だけが競争力の源泉になると判断した。

一般的に金型業界で熟練技術者から金型加工などに関連した技術を学ぶ過程が10年以上の時間がかかるため、若い技術者を対象に該当技術を継承させるということは言葉のように容易ではなかった。残念ながら現在、日本の金型業界では若い技術者が一人の完璧な熟練技術者に作られる以前に、自ら退社する割合がますます高まっている。そして金型業界を取り巻く環境変化が激しく展開され、当該技術に係る技術伝承に以前と同じ時間を割くことも容易ではなくなった。それなら技術伝承を人から人へと伝承させるのではなく、人からAIにすれば良いのではないかという判断の下、株式会社

IBUKIはAIに金型関連技術を持続的に蓄積し金型製作を可視化できるようにした。

その結果、株式会社IBUKIは熟練技術者が持っている技術・機能のような暗黙知情報を可能にするAIソリューションおよび多様なセンサーを設置して金型内部を可視化できるIoT金型システムを推進することになった。株式会社IBUKIがAI技術を組み合わせて構築したAIソリューションオルニス、現在社内で見積もり算出のための情報探索用途でも有用に活用されているが、このような見積もりは、過去の金型製造実績から類似した実績を見つけ出し、その見積もりを参考にすれば簡単に作成できるようになった。AIソリューションを導入する以前は6時間以上もかかっていた実績関連情報収集が30分程度に短縮されるなど、見積もり作業で大きな業務短縮が可能になった。

また、株式会社IBUKIは金型製作過程で金型製造機器にセンサーを埋め立てて、製造装置によって最適な金型製造条件を設定できるIoT金型システムを構築することにより、成形製作過程で発生する不良率を最小化しながら生産性が向上する契機を用意した。

それだけでなく、株式会社IBUKIは自社の業務効率化のために開発したこのような社内システムを自社だけで運営するのではなく、外部の他の企業にもサービスを提供している。それは日本の金型関連同種業界が金型を製作する過程で類似した課題を持って問題解決に悩んでいるため、このような企業を対象に自社のAIソリューションおよびIoT金型システムを提供し、該当企業の生産性向上および費用節減効果を可能にするのに役立っている。結果として、株式会社IBUKIは自社のソフトウェア技術をサービスする新しいビジネスに参入することで新たな収益を生み出しているのである。

4. 日本の中小製造企業におけるDX導入効果及び特徴

我々は、先に紹介した中小製造企業のDX導入事例分析を通じて共通して現れている当該企業のDX導入効果及び特徴を見てみると、次のようになる。

1) 生産性向上

ドメックスは自社製品の生産設備が不必要に停止する時間を最小化することで約20%以上の生産性向上をもたらすことになった。そしてIoTシステムを利用して蓄積されたデータを活用して自社生産設備の異常現象を事前に予測し可視化することで、該当問題点に先制的に対応していく能力まで備えるようになった。このように自社が保有している生産設備のロスタイムを最小化する一連の改善活動を通じて、ドメックスは自社の生産性向上はもちろん収益率の向上までもたらすことになった。

2) 受注機会の増加及び売上高の増加

同じ時間にもっと多くのものを作ることができれば、当然受注能力は増加することになる。ウチダ製作所は、提携している金型メーカーの製造設備にIoTデバイスを取り付け、製造設備の稼働状

況をクラウド上で把握させることで、各金型メーカーの作業量を予測し、金型顧客企業からの注文を受注する場合に金型メーカーの設備能力や作業量に応じて最適な金型メーカーを選択できるようになった。

すなわち、提携している金型製造企業が保有している設備の稼動状況をリアルタイムで提供することにより、金型顧客企業から受注機会が増加することになり、このような結果は金型製造企業の売上増加につながるようになった。

3) 顧客満足度向上

ウチダ製作所は複数の中小規模金型製造企業において、各企業が誇る得意分野の連携をもとに分業化を推進できる共同受注システムを求めることで、高付加価値金型の設計製作に対応できる能力を備えることが可能となった。そしてウチダ製作所はこのようなシステム活用を通じて、大型金型製造企業と比べてより安い費用で金型製作ができたため、顧客企業にも価格に対するメリットを提供している。

4) 製造工程の効率化と新事業創出

株式会社IBUKIは金型製造と関連した熟練技術者の暗黙知ノウハウをAI技術を基に金型製造過程を可視化・データベース化し検索できるシステムを構築することで金型製造工程での効率化および差別化を可能にした。さらに、日本の金型関連同種業界に自社のAIソリューションおよびIoT金型システムを提供し、該当企業の生産性向上およびコスト削減効果を可能にするのに役立っている。これらの結果は、株式会社IBUKIは自社のソフトウェア技術をサービスする新しいビジネスに参入することで新たな収益を生み出していることである。

5. 結論

これまで見てきたように、日本の中小製造企業は人的・物的資源が豊富な大企業と同じ方式の積極的な投資方式で生産現場を変革していくことは相対的に困難であるため、中小企業の特性に合ったDX技術を導入して生産性及び競争力を高めていく対応方法が必要だと言える。

4次産業革命時代を迎え、日本の中小製造企業もデジタル時代に適した生産活動を展開していくことで、自社が生産する製品の生産性向上および付加価値の極大化をもたらすようビジネスモデルの変革が求められている。そして、このような企業変革という目的を最もよく表す概念として注目されているのがDXである。前述したように、DXとは本質的に顧客に提供される価値を極大化し、収益力と変化対応力のある企業で自社を変革させることを意味する概念だと言える。

私たちは日本の中小製造企業の事例を通じて該当企業がIoT、AI、ビッグデータ、クラウドのよ

うなデジタル技術を効果的に活用することで、自社の究極的な問題点といえる生産性向上と技術継承に関する課題を肯定的にうまく対処している事例を調べることができた。

現在、韓国も少子高齢化問題が深刻な社会問題として台頭しているため、事例を通じて調べた日本の中小製造企業の熟練した技術継承問題は近いうちに韓国でも現れる現象だと考えられる。したがって、日本の多様なDX運営事例は韓国の中小企業にも示唆するところが多いと言える。

それだけでなく、ベテラン職人技術者の作業と関連した映像を録画しデータ化することによって、若い職員の技術習得および継承のための職員教育研修用プログラムとして活用している点も注目する必要があると言える。マルチメディア環境にさらに慣れた若い職員たちに中小企業製造業現場でベテラン職人のような熟練工のノウハウを映像を通じて学習は文字で説明されたいかなるマニュアルよりも効果的なマニュアルとして活用できるためだ。

<参考文献>

飯島淳一(2022), 我が国におけるDX推進の方向性, 季刊個人金融, 2022春。

今崎 耕太(2021), 中小製造業のDX実践, 商工金融, 2021.12.

テレコミュニケーション編集部(2020), 地域で生きる実践IoT, リックテレコム。

独立行政法人情報処理推進機構(2020), 中小規模製造業の製造分野におけるデジタルトランスフォーメーションのための事例調査報告書, 独立行政法人情報処理推進機構。

日本政策金融公庫 総合研究所(2022) , デジタルで生産性向上を図る中小企業, 日本公庫総研レポートNo.2022-5, 2022.12。