

中小製造業におけるデジタル技術の活用と人材育成の展開

——定量化困難な中小企業の無形資産経営に関するケーススタディ——

遠山 恭 司

1. はじめに
2. 先行研究レビューと問題意識
3. 量産部品生産分野におけるケース
4. 金型・治工具分野におけるケース
5. 単品・少量多品種生産分野におけるケース
6. おわりに

1. はじめに

コロナ禍を経て経済活動が戻りはじめると、産業界はかつて以上に人手不足の環境に直面している。厳しい苦境下にあった飲食・宿泊サービス業や若年層の定着に困難を抱えている建設業などでそれがもっとも著しいが、製造業においても労働力の確保に苦しむ中小企業は少なくない。他方で気候変動問題への社会的要請や地政学リスクの高まりによるサプライチェーンの再構築など、経済社会の環境変化への適応にも直面しており、経営の舵取りは容易ではない。

ただ、この間にもデジタル技術の高度化はますます進み、IT関連投資とその活用ノウハウの蓄積の差が企業の成長や競争力に大きな影響力を与えかねない。無形資産の経済学の観点によれば、IT関連投資以外にも、知的所有権やデザイン、R&D、人材育成、組織改革などを含めた、いわゆる無形資産投資の動向と経済発展の関係が考察されている（宮川ほか 2010；遠山 2021；中小企業庁 2022）。中小製造業の現場では、デジタル技術の導入による生産性の向上や労働力不足への対応が方向性として示されて久しいが、十分な普及と活用が進んでいない現状がある。

筆者ら中央大学経済研究所・分業構造研究部会ではコロナ禍明けから企業調査を再開し、不確実性を増す状況下にある中小製造業の実態把握に努めてきた¹⁾。本稿はその一端を中間報告の位置

1) 2020年来、コロナ禍で分業構造研究部会の主要活動である企業調査が2年半余にわたって実施できなかった。その後、社会活動の再開にともない、部会の調査活動を迅速に立ち上げることができたのは、部会幹事の八幡一秀教授のご尽力による。記して感謝申し上げる。なお、本部会の過去の系譜を記すと、下請企業部会、分業生産システム研究会、国際産業比較研究会・同部会を経て、現在の分業構造研究部会に引き継がれ、故池田正孝名誉教授、中川洋一郎名誉教授がこの流れを牽引してこられた。

づけて、デジタル技術の活用と人材育成の両面で先端的と思われるケーススタディをおこなう。対象は自動車部品製造業がほとんどだが、量産部門だけではなく、単品・少量生産セクターのケースも取り上げている。量産部門にのみ IT 関連投資（たとえば IoT や AI）の有効性は限定されているやに思われがちな常識に反する現実も、以下でリアルに描き出していく。定量的把握の困難な中小企業の無形資産経営に関する研究においては、こうした事実に対して虚心坦懐に臨む積み重ねから、今後のコンセプチュアルな概念導出の礎とする作業が不可欠である。

2. 先行研究レビューと問題意識

（1）デジタル技術と中小製造業

2010年代には、デジタル技術の進展によるものづくり中小企業への影響について、すでに議論が進められていた。たとえば、デジタル技術の急速な進歩による 3D 設計（CAD/CAM）や工作機械（NC, MC）の高性能化は主要顧客からの取引関係に特殊的な要素の減退をもたらし、日本型生産システムの特徴である長期継続取引関係にもとづく分業生産性の低下や、ものづくり基盤の弱体化が指摘された（港 2011）。「知的分業時代の信頼財」蓄積が企業間取引システム統御に有効だとする主張は、本稿で着目する無形資産への投資と蓄積、活用という文脈において親和性があるといえる。

他方で、自律分散型産業構造のもとで新しいイノベーションの可能性がもたらされたとする研究がある（小川 2013）。設備投資にも消極的で、モジュール型アーキテクチャの製品や産業部門の隆盛に立ち後れるようでは、日本のものづくり中小企業と産業競争力の再構築は難しい。個人や零細・小規模資本でもデジタル技術とオープンソースへのアクセスと利用可能性が高まる時代において、新しいものづくりのあり方とイノベーションの創出が課題という指摘は、今日的にも説得性を増している主張である。

あるいは、中小企業経営者の意識の観点からデジタル技術の活用と投資において、中小企業の二極化への懸念も同時期に提起されている（岡田 2013）。中小企業の経営資源制約性の問題はいうにおよばず、IT 導入・活用の遅れについても「人材不足」を理由にする向きは常である。こうした技術体系の変化とその技術経路の選択は、中小企業経営者にとって企業家精神を発揮するチャンスととらえることが重要であろう。

2010年代後半になると、ドイツで提唱されたインダストリー4.0の潮流とデジタルデバイスやセンサーの低価格化、クラウドサービスの普及によって、IoT（Internet of Things）の利活用に注目が集まってくる（Jürgens 2021）。2017年実施の中小製造業設備投資動向調査（日本政策金融公庫）によれば、IoT 関連の設備投資をしたという企業の割合はわずか4.5%にすぎず、「実施しておらず、予定もない」「未定である」という回答が9割を超えていた（日本政策金融公庫総合研究所

2018). ここでの課題は「活用できる業務がわからない」「人材の確保・育成」「売上・経費などへの効果が不明」などと回答されており、これはその後もずっと続いているといえる。事実、2022年発行の日本政策金融公庫総合研究所のレポートは、デジタル化が進まない理由として「ノウハウ・人材・予算の不足」, 「予測しにくい費用対効果」のふたつが主な原因であると主張している（日本政策金融公庫総合研究所 2022）。

二極化したうちの先進的な中小製造業の事例研究によれば（山田 2018）、IoT の導入・活用によって「生産性の向上により、既存事業の強化に役立て」たり、「新たな付加価値の創出により、ビジネスモデルの構築や新事業の創出を図」ったりした成果が報告されている²⁾。ここで事例に取り上げられた3社はいずれも量産部品を事業としているため、それらと「異なる試作品や多品種少量生産の工場におけるIoTの導入と便益」は同じものになるとは限らないだろうと指摘している。その性質は確かに強いと考えられるが、これまでのところ事実ベースでそれが検証されていないので、この件については決着が付いているとはいえない。

いずれにしても、IoT やその後注目を集めているAI（人工知能）も、その導入や利活用は企業経営本来の目的ではなく、あくまでも手段にすぎない。目的そのものは、それらをツールとして使うことによって経営革新をおこなうことといえよう。

近年、これをDX（デジタルトランスフォーメーション）と称するようになり、中小製造業のDX推進に関しても大企業のそれに比べて遅れているとされる（江口 2022）。その阻害要因として、「専門人材の不足」や「具体的なビジョンやロードマップが描けていない」ことが指摘されている。先進的取り組み企業が「身の丈IoT³⁾」と称しているように、システムや関連機器への投資額は、大手ITベンダーの言いなりにならなければ手頃な費用で効果的なものが出始めているのが現実である。経営者のリーダーシップが重要なことはいずれにおよばず、取引先金融機関による事業性評価と伴走支援が大きな可能性をもつと考えられる。

（2）サプライヤーシステム分析視点からの投資と人材育成

約900社におよぶ中小自動車部品企業を対象としたサプライヤーシステムに関する調査研究（遠山ほか 2015）からは、今回の問題意識に通じるような知見を見いだすことはできない。企業間取引

2) ここでの事例のうち、愛知県碧南市の旭鉄工株式会社代表取締役社長である木村哲也氏は、自身による著書で自社のデジタル技術の独自開発と利活用、成果を詳しく報告している（木村 2018）。なお、筆者が参加した木村氏のオンラインセミナー（2023年6月）では進化したシステムによるカーボンニュートラル対応の実績、その翌月のセミナーではそれまで蓄積したIoT改善事例のChatGPT（生成AI）による管理運営実践が報告され（2023年7月）、その進化は留まるところを知らないほどである。

3) この呼称は後述する事例企業（NS工業）をはじめ、前述した旭鉄工、武州工業（東京都青梅市）、IBUKI（山形県川北町）など、それぞれ独自に開発したシステムをそのように呼んでいることが多い。

関係に関する質問項目を中心に設計されており、リーマンショックからの立ち直り過程にあったという時代性を反映した内容という側面が強い。設備投資よりは設備の改善や VAVE、非正規社員の増減など、経済的ショックへの対応に焦点が当てられ、デジタル技術やシステム・ソフトウェアなどの無形資産投資や人材育成は検討の対象となっていなかった。ただ、高収益企業に限った分析では（西岡ほか 2015）、経済危機後であっても高収益中小部品企業は「新規の設備の導入」や「VAVE 活動の実施」、「TPS・TPM の実施」に平均値を超えて積極性がみられた。このことは、業績の格差が有形・無形資産の形成と蓄積において、その後の企業発展になにがしか影響を与えたのではないかと仮説を惹起させる。

他方、名城大学地域産業集積研究所・豊田市調査（2016）は、愛知県内・豊田市内の中小自動車部品企業370社からの回答を得て現状と課題の分析をおこない、当時の実態を描き出している（渡辺・田中 2016）。自動車産業の一大集積地でのしごを削ってきたメーカーが多いので、自社の強みは「加工・製造技術力」や「短納期」、「品質管理」にあるとし、他方で弱みは「営業力」「製品開発力」「マーケティング力」と回答する比率が高い。回答企業が注力すべき取り組みについては、「人材の育成」がトップで、次が「保有技術の高度化」が続き、これら2項目が抜き出て高い比率となっている。育成が必要な職種としては、「製造」「生産技術」「営業」の順で重要視されているが、実際に中核を担う人材の育成に取り組んでいる企業は半分以下（44.6%）であった。必要性は感じているものの実施していないという回答が同程度（43.8%）におよぶ。中核を担う人材に求める技術スキルは「生産技術・改善」が第1位となっており、自動車部品製造なら当然といえば当然の結果となっている。無形資産としての技術の重要性や人材育成に対する課題意識はここからうかがえるとはいえ、それらにどのように取り組むべきかについては設問設計されていないため、知ることはできない。

以上のように、デジタル技術の観点にもとづく中小製造業研究では、問題点や課題は多角的に検討され、一定の結論をみることができるとは、量産から単品・多品種小ロット生産領域まで俯瞰した分析はおこなわれていない。人的資源については、あくまでもデジタル技術の人材に関する育成と不足の問題に議論が限定され、デジタル技術の活用と経営全般にわたる人材育成の視点は見いだせない。また、中小製造業を視野に入れた自動車部品・サプライヤーシステム研究においては、そもそも有形資産投資の側面に終始して、無形資産投資とそれとの関係で人材育成を検討対象とすることはなかった。これら既存研究の限界を意識しつつ、自動車部品を中心とした中小製造業の実態を定性的に明らかにする作業から、われわれの調査研究は再開せねばならない。

以下、量産部品生産、金型・治工具分野、単品・少量多品種生産の各領域別（表1）に、中小製造業のデジタル技術の活用と人材育成について考察していく。

表 1 事例企業の概要

企業名	所在地	創業年	従業員数	事業概要
NS 工業	愛知県	1945年	368名	自動車部品（精密樹脂加工）
IN 製作所	広島県	1921年	100名	自動車用治工具・金型製造
KT 製作所	愛知県	1966年	13名	自動車部品（プレス・金型）
O 精工	愛知県	2001年	110名	自動車部品（少量部品加工）
UT 機械	広島県	1949年	14名	単品・小ロット機械加工

注：これら企業調査の費用の多くは中央大学経済研究所・分業構造研究部会の調査旅費による。

出所：筆者作成。

3. 量産部品生産分野におけるケース

（1）IoT 活用のフロントランナー

NS 工業（愛知県、368名）は樹脂成形自動車部品を製造するメーカーで、国内 2 拠点、中国 3 拠点の工場で国際分業体制を構築している。2000年代の中国展開を機に、インターネットビジネスをしていた現社長が先代経営者に呼び戻されて、経営にあたるようになった。それ以前から同社では樹脂成形と金型製造では先進的に CAE（解析）ソフトを導入し、VE 提案と取り扱い品目の多角化に取り組んできた。また、取引先主導による TPM 研修に参加することで、生産性を高めるための発想と手法を強く意識する機会を得てきた。さらに、従来から従業員を集めることには苦勞しており、できるだけ人手をかけずに生産活動をおこなう思考法と対応で乗り切ってきた。

それとあいまってデジタル機器・センサーの普及・低価格化、安価なクラウドサービスの普及などの技術的環境が整ってきたところで、IoT を使ったスマートファクトリーへの構想にいきつくのは自然であった。ここでいうスマートファクトリーとは、「工場内の情報を活用して、より効率的な生産システムを目指す」ことで、要は生産に必要なインプットを最小限にして最大のアウトプットを産出し、原価を低減して付加価値を高める工場のことである。そこで経営者を中心に、無料のデータベース管理システムを基盤に Linux OS によってウェブ上で機能する IoT システムを構築し、工場の成形機と組付け機に取り付けたセンサーとエッジコンピュータ⁴⁾ですべての稼働状況をオンラインで掌握しデータ収集できるようにした。これにより、電子あんどんや成形機監

4) このエッジコンピュータは自社および関連子会社によって開発された。同社中国拠点のひとつは深圳に近く、同地で勃興したハードウェア・ベンチャーにこの装置の基板実装と製造を持ちかけて、かなりの低価格と短納期で調達している。同社は中国深圳で開催されるメイカーズ展示会に主催側として参加しており、人脈や知名度を背景としてアウトソーシングしている。この装置は外販しており、すでに 2,000 台を超える販売実績があるという。

視システム、稼働率管理システムによって工場のモニターや従業員用電子端末に情報が蓄積・共有・更新される。設備の停止や作業員からの対応要請などは音声発生システムも併用して、職長らがすぐに現場に駆けつけられる仕組みになっている。

2015年から稼働をはじめたIoTシステムだが、使ってみて驚いたことは、機械の稼働率は55%しかなかったということであった。当時は2直勤務体制で夜間は「無人工場」と銘打っていたこともあり、自社の生産性の高さには自信を持っていた。しかし、現実の稼働率のあまりの悪さに愕然とし、原因の追及と改善活動の強化、生産体制の変革に乗り出すきっかけともなった。今ではデータ蓄積、現状分析、改善活動による活用、さらなるデータ収集といったサイクルと成果によって、稼働率は90%台をキープしている。

それがいかにして可能となったかは、次の通りである。第1に、工場の生産状況がリアルタイムにみることができるので、連続生産の箱替えや部品供給の指示が迅速にできるようになった。第2に、工場・設備の異常や小規模な停止が俯瞰できるので、工場全体を見渡して真のネック工程がどこにあるかが浮き彫りとなり、また、設備のクセがわかるようになって予防保全に取り組むことができる。このようにして、さまざまな情報・データを分析・活用することで改善活動に結びつけ、稼働率の大幅な向上を達成している。

さらに、付随する効果としても、2点あげられる。ひとつは、生産量とともに材料の使用量も自動的に判明するので、材料発注を翌日分のみ自動発注することが可能となり、材料在庫スペースを大きく削減できた。もうひとつは、従業員一人一人の行動が把握できるので、仕事ぶりに応じた処遇や教育機会の提供を上司の主観ではなく、個人の実績で評価できるようにもなった。なお、同社はIoTの活用に加えて配電盤にデジタルデマンド装置を設置してラインや時間ごとの電力使用量を計測して、そこからCO₂排出量の削減のためのさまざまな活動も展開しはじめている。

もちろん、生産現場のデータを収集・蓄積したら、それをもとにした分析と改善こそがものづくり現場の競争力であって、IoT機器やシステムを導入すれば競争力が向上するわけではない。経験の浅い社員にいたっては、改善テーマと目標、対策、および、その根拠をうまくデータを活用して設定できないこともあるため、人材教育に力をいれている。

(2) 人材育成体制の強化・再構築

NS工業の雇用形態比率は、正社員が約6割、海外からの技能実習生が約25%、パート11%、期間工6%となっている。外国人は実習生以外にも正社員としてベトナム、中国、ブラジル、フィリピンの人材が雇用されている。よって社内報も日本語、中国語、ベトナム語、スペイン語で発行している。女性比率が半分程度を占めており、そういった観点からも働きやすい環境整備に努めてきたという。

本社工場のある三河地区から少しだけ離れた尾張地区につくった工場(2015年)では、本社では

表2 NS工業の成形工場スキルマップと評価（4点：一部のみ）

	前段取り		内段取り		検査			外段取り		非定常時	総合	付随作業			自動倉庫			管理監督		QC検定（級）		
	材料準備ができる	フォークリフトで運搬できる	型替えができる	材料替えができる	取り出し機設定ができる	一般部品の検査ができる	外観部品の検査ができる	ベゼルインライン検査ができる	帳票類記入ができる	粉砕機清掃ができる	異常処置ができる	段取り手順	設備の点検ができる	チョコ停処置ができる	金型メンテができる	4M変化点管理ができる	入出庫ができる	出庫指示入力ができる	異常処置ができる		かんばん仕分け・投入ができる	職長教育（有・なし）
チームリーダー	4	0	4	4	2	4	4	2	4	4	4	4	4	1	4	4				3		3
ユニットリーダー	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	3	有	3
ユニットリーダー																						
サブリーダー	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	1	3	3	1	0	有	3
サブリーダー																						
正社員	2	0	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1	2	2	0	2		
正社員																						
正社員																						
正社員																						
正社員	2	0	1	1	1	1	1	0	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0		
期間工	2	0	1	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
技能専門員																						
実習生（中国）	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
実習生（中国）																						
実習生（中国）																						
実習生（中国）																						
実習生（ベトナム）	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
実習生（ベトナム）																						

注：各スキルは次の4段階で評価される。4：熟知し問題点に対処し是正及び標準化できる、3：作業上の問題に対する確に指摘し指導できる、2：指導・助言があれば1人でできる、1：指導を受けながら2人作業でできる、0：1度も行ったことはない。スキル項目の一部は省略、また、個人評価欄は一部のスタッフの数値のみ記載。国籍のないものは日本人。

出所：NS工業訪問時の工場掲示資料より作成。

採用できなかつた高卒社員の採用ができるようになったという。

採用後は、かつてのようなOJT方式の教育では若手社員のやる気に響かないため、ビジネスマナーからしっかり社内で教育するようにしている。また、入社してから工場長まで出世できるロードマップを示し、段階ごとに必要なスキルを習得できるようなキャリア・教育体系を策定している。この取り組みは2010年ころからはじめており、スキルマップと個人の対応表を工場内に

掲示して、自分の目指す方向と学ぶべきスキルが明示されている（表2）。

同社の成形職場のスキルマップを例にみても、職制ごとに全社員が縦列に並んでおり、上から職制、正社員、期間工、実習生に整理して配置されている。横軸には段取りや検査、異常処置、付随作業、自動倉庫、管理監督といった項目ごとの個別スキルが記載されている。それぞれの社員はそのスキルごとに4段階に評価されており、職制の高い方から当然ながら高い評点の4や3が付されており、経験の浅い一般社員や期間工・実習生になると1や0といった状況で、習得スキルの水準が一望できるようになっている。

生産業務の前後に必要な段取りはもちろんのこと、ここで異常処置や付随作業に分類されている項目は今後ますます重要度を増していく業務といえる。たとえば付随作業の例として設備点検、チョコ停処置、金型メンテ、4M（人、機械、素材、メソッド）変化点管理などは、いずれも現場業務で培う経験値と創意工夫がものをいうスキルで、一朝一夕に身につくものではない。ただ、それを経験だけに依存するには真因の追及や効果的な改善につながらないことも少なくなく、また、属人化される恐れもある。

そこで、同社では上司の判断のもと、必要な時期に必要な教育が受けられるような体制となっており、その時間は現場を離れて社内の教育ブース（道場）で研修を受けて計画的な人材育成をおこなっている。現場作業者のスキルマップと教育体系は採用増に合わせて充実度を上げて整備を進めてきたが、そこから役職者となるための教育と人事制度への連結・体制構築は実情に合わせて再設計しているところという。スキルマップにも項目立てされているが、今一度現場の業務とIoT活用を正しく連結させ、データにもとづく改善力アップに向けて「QC検定3級」の全員取得を目指す取り組みもはじめている。

社内教育システムとカリキュラム、スキルマップについては、中国拠点でも同様に展開している。そのために、教育担当の人材を1年間日本へ派遣して、仕組みの理解と翻訳、資料・教材作成・バージョンアップをさせている。ここでの教育内容は、技術やスキルはもちろんのこと、5Sの徹底やモラルに関する教育も実践している。中国工場でもこのような教育体系が整っていることが、社員の定着にも寄与しており、離職率は低いという。

4. 金型・治工具分野におけるケース

（1）金型・治工具製造：IN製作所

① デジタル技術活用による標準化

100年超の歴史あるIN製作所（広島県、100名）は、金型と治具を製造するメーカーである。業界の中でもCAD/CAMや3Dプリンターといったデジタル技術・機器の導入に早くから取り組み、開発した技術を社員教育の一環として工学系の学会で発表させるなど、同社の知名度は高

い。治具設計のデジタル化は1988年、金型設計のデジタル化は1991年から進めており、デジタル技術の高度化に合わせてソフト・システムの投資と更新を重ねている。同社が近年、注力してきたのが設計主導のものづくり、システムの標準化（モジュール化）で、3次元CADデータをもとに設計から製造まで一気通貫でものづくりを進める工法である。以下、具体的に、同社の車体溶接治具を例に取り上げて考察する。

車体溶接治具は、自動車の車体部品を溶接する際に、車体の全体構造に各骨格部品を位置決め、固定して、溶接ガンによって接合して車体・ボディの一部を組み立てる装置のことである。かつては手書きや2次元CADで全体と部分の設計をおこなっていたが、現在は完全に3次元CADで設計する。この設計データは部品生産のための加工データ（CAM）に変換され、それぞれの加工設備で部品が作られる。全体の構造と部品はそれぞれ図面数値で検査、手作業で検証していたが、現在は検査（CAT）やシミュレーション（CAE）、オフラインティーチングまでデジタル技術に代替されている。

従来から同社はボディサイドといわれる自動車の側面部分の治具を担当しており、この部分は自由曲面が多く設計も構造も加工も複雑であった。これまで多種多様なボディの形状に合わせて車体溶接治具を製造してきた同社は、その設計データと製造ノウハウの経験・蓄積から、個別対応してきた治具そのものの設計・生産を標準化して、共通利用できる部分をモジュール化した。標準化するにあたり、それまで部品同士を溶接していた工程をなくし、すべて「ボルトアップ構造」に統一した。

強度や耐久性、精度を検証し、一定のまとまりのあるユニットのうち、標準化したパーツから構成される治具ユニットを開発し、統一したボルトを使用することで加工と組立構造も簡素化している。同社は標準化した治具用パーツをモジュール部品とよび、モジュール部品と特殊な部品とを同じ1枚のCAD図面に落とし込み、1枚の板からすべてを削り出してボルトで組み立てる。こうしてクランプモジュール、ピンモジュール、ベースモジュール、3D配管モジュールといった各モジュール単位の治具を、車体溶接ラインの各部署に配置・組み立てることで大幅なQCDの向上を図っている。2023年3月現在、同社の治具部門ではモジュール部品の比率を6割にまで引き上げている。溶接箇所についてはマクロプログラムを活用して、アルゴリズム解析によって瞬時に必要かつ合理的な溶接スポットを算出できるようになった。また、安定したモジュール部品の利用によって、年間の不具件数は95%も大幅に減少した。

結果、CADデータを活用することで機械加工の無人化や自動化、部品の構造や作業の標準化、CAEによるロボットの干渉やライン全体の検証の合理化によって、納期とコストを半減することが可能となったといわれる。

② 主体性と挑戦を求める人材育成

IN製作所は、「ものづくりの原点は人づくり どこでも通用する質の高い社員の育成」を原則

として社員の能力育成に力を入れてきた。設計、製造、総務といった部門ごとに、あるいは、管理者⁵⁾と技能者の類型によって社員の必要とする知識や技術を4段階に分けて一覧表（スキルマップ）にして見える化している。社員一人一人が自身の位置づけを客観視でき、また、どのような知識や技術、管理能力が求められているか、キャリアの発展（スキルアップ）をどのように描けばよいかを理解できるようになっている。このスキルマップによって、個人別に教育・研修メニューを連動させる仕組みで従業員の能力開発につなげている。

同社は国家技能検定の受検も推奨・支援している。2022年3月までに国家技能検定の1級2級に合格した社員は延べ52名にのぼり、1級機械プラント製図（CAD）は18名という（表3）。受験費用は会社負担で、1級合格者には全員の前で表彰し、10万円の報奨金を支給している。資格取得に関する学習時間も上司の判断にもとづいて、業務時間内で空きがあれば自由に組み組めるといふ。すでに資格を取得した社員の中には検定の審査員を務めるほどの実力者がいるので、彼らの指導を社内かつ就業時間の中で受けることも可能である。

比較的技術系・技能系の社員は内向きでみずからの能力に自信をもてない傾向もあるというこで、社内の成果報告会をはじめ、技術系では研究開発やCO₂削減などの成果を学会で発表するよう促している。とくに社外での発表のためのプレゼン資料づくり、内容の整理、報告といった一連の体験を通じて、発表後にやりとげたことによる成長を実感する。それまで受動的だった社員に自主性や積極性が現れるなど、本人およびその周りの社員における「自信の連鎖」は社内の活性化に大きく影響するものである。同社ではこれを「一人歩きできる社員への変貌」と表現し

表3 IN 製作所における国家技能検定合格者一覧

資格	等級	人数
機械プラント製図（CAD）	1級	18名
鋳造（鋳鉄鋳物）	1級	5名
機械加工	1級	7名
機械保全	1級	1名
機械プラント製図（CAD）	2級	10名
鋳造（鋳鉄鋳物）	2級	1名
鋳造（金属溶解）	2級	2名
機械加工	2級	3名
金型製作・放電加工	2級	2名
仕上げ	2級	3名
合 計		52名

出所：IN 製作所提供資料による。

5) 管理者向けでは、技術や技能面ではなく、職場運営に必要なコミュニケーションや教育・指導、あるいは部門の収益管理といった要素のスキルが求められる。

て、経営者は社員の成長を喜びとして実感できると述べていた。

他方で、同社は出自が木型メーカーだったこともあり、従前より社員の独立・退社は容認されてきたという経緯がある。「人は会社の宝」という方針で手厚い教育・研修による人材投資を続けているが、同時に、属人的な技能への過度な依存や退社による業務の遅滞などが生じないように、「業務のマニュアル化」⁶⁾と仕組みづくりをおこなっている。高度なスキルをもつ人材の損失があっても、その半分程度の水準で業務が代替されるような体制の整備に努めている。飛び抜けた能力を一人で囲うのではなく、技能・スキルの継承と会社の維持・発展という観点を理解してもらい、設計・現場の後継者育成も業務の一環として埋め込んでいる。

デジタル化の進む同社ではあるが、CAD/CAM/CAE/CATで画面上ではうまくいっているようなことでも、「中身をつつくとバグや不具合がたくさんある」といった状況は日常茶飯事という。これを経験と工夫でうまく機能するようにするためには、隠れた失敗が10倍ほどもある。それを新人がデジタル上で便利な機能として背景を知らずに受け継ぐだけでは本人の知識・技能の向上につながらない。そこについても先達者の考え方、技能、技術、知識などを手間暇かけて追体験させたり、失敗を重ねたりするような教育体制に仕向けている。「原理・原則で考える」重要性を社員に伝えている。転職先で「IN製作所の出身者として恥ずかしいことをさせない」ことを経営者は強く意識しているといい、それはこの地区で高い水準のものづくりをしてきた同社の自負ともいえる。

このように主体性と挑戦を擁する人材育成に時間と費用、手間をかけて投資を続けている同社だが、その一方で先端的なソフトウェアやロボット、技術といった人に頼らない仕組み、すなわち、無人化や自動化へ向けた体制づくりと資源配分も重要であると認識している。社員・人材に十分に目配りし、モチベーションを高め、挑戦と失敗を繰り返せる業務体制づくりのためには、経営者と職制クラスに大きなエネルギーを要する。そのためにも、人材育成への投資と同時に、無人化・自動化できるところにも投資をしていくことが不可欠であるとIN社の経営者は述べている。

（2）金型製造：KT製作所

① デジタル技術による協業ネットワーク

KT製作所（愛知県、13名）はプレス金型事業を中心に、開発支援・試作事業とライントライマでネットワークを活用して高品質・短納期で対応するメーカーである。とりわけ、ティア1クラスのシステムサプライヤーやプレス部品メーカーが必要とする複数におよぶ金型調達をまとめて受注し、顧客の金型調達に要する手間とコストを大幅に低減できる体制構築に資源を投じてき

6) ここでいう業務のマニュアル化は、たとえば非正規社員に依存する職場運営に対して進められる巨大企業のそれとは目的も意義も性質も異なるものである（小松 2023）。

た。50年を超える業歴と8,000型を手がけてきた知識・ノウハウを武器に、デジタル化を追い風に積極的な設備投資もおこなっている。

経営者はリーマンショック後の不況を契機として、従来からの金型ビジネスに限界を感じていたところ、同じ愛知県のプレス金型メーカー（A社）や静岡県の子会社（B社）の社長らと危機感を共有し、共同でなにかできないかを模索していた。その間、IoT機器やシステム、ソフトウェア、クラウドなどのデジタル技術の発展と利用可能性が進展し、3社の強みを活かした金型共同受注システムの立ち上げにこぎ着けた（2019年）。

単品受注生産を基本とした金型業界は、その不安定な経営環境と企業規模の小零細性を特徴とし、海外との競争激化によって厳しい状況が続いている。そこで、この金型共同受注システムでは、3社と協業先となっている全国10社超の協力メーカーの受注・設備稼働状況をIoTシステムで一元管理し、1社では対応不可能なまとまりのある複数の金型を一括受注して、各社の設備稼働の平準化と経営の安定を図ることを目指している。全体のシステム構築と運用・受注管理をA社が、B社が金型の3D設計・解析、KT製作所が金型の仕様検討・工法検討・型図手配・材料調達・協力メーカーへの型図支給と生産管理・仕上げおよび測定・ライントライ・出荷をそれぞれ担当している。金型製造から組立を担う協力メーカーは愛知県、岐阜県、三重県、静岡県と中部地区が多いが、大阪府、佐賀県、埼玉県のほか中国遼寧省と全国および海外にまでおよぶ⁷⁾。これらの協力先は同社が足で歩いて、方向性や意義を確認するなどして開拓したメーカーである。材料はKT製作所から支給されるので、小零細の金型メーカーにとっては経費負担の懸念がない点も協力しやすい仕組みといえる。

KT製作所はこの事業に合わせて、協力先から納められた金型の仕上がりを検査するための3D非接触測定機、顧客側のライントライを代行しうる300トンのサーボプレス機、さらに順送プレスに必要なレベラーフィーダの投資もおこなった。納入後の顧客サイドのライン立ち上げの支援、また、金型のメンテナンスのための要員派遣もKT製作所が責任をもって対応する。

この背景には、同社の顧客であるシステムサプライヤーの組織や業務上に起因する要因が存在する。ひとつには、開発・設計技術者が比較的若いため、製造技術的な知識と経験に部分的な間隙（欠如）があり、そうした部分での技術的提案が求められている。ふたつめには、客先の開発・設計技術者の役割がプロジェクトマネジャー的要素を強めており、技術と管理能力のあるサプライヤーとの関係強化を求めている。こうした事態を受けて、KT製作所は前述のようなビジネスモデルの再定義を進め、それにともなって新しい人事制度の設計をおこなった。

7) 中国の協力先とのやりとりは新型コロナウイルス感染症による渡航停止で中断を余儀なくされることもあった。また、国内で協力先となる金型メーカーの経営者の傾向としては管理会計に理解のある場合が多く、他方、零細規模の職人気質の経営者は敬遠しがちという。

② 職人からプロジェクトマネジャーを擁する人事体制

KT 製作所は単品受注生産が常識の金型ビジネスから脱却し、協業・ネットワーク企業と連携して複数同時受注型の「セミファブレス」ビジネスへの移行を志向している。それにともない、従来の金型技術者・技能者集団の業務と評価ではすぐわない現実に直面し、外部の社会保険労務士の助力を得て新しい体制・人事制度を構築した（2022年）。同社では企業単体としての金型製造から、複数受注した金型製造に関する全体的な管理を担うプロジェクトマネジャーといった業務が中心となっている。それを支える業務として、これまでの金型に関する設計・製造・解析のスキルを要するエンジニア、あるいはより高度な専門性を有したプロフェッショナルという職務・階層を創設した（表4）。

具体的には、4つの階層に3段階の等級（初級・中級・上級）を設定して、それぞれ求められる成果と必要な能力の設定・明文化をおこなった。低い職位の順に、エンジニア、プロフェッショナル、マネジャー、チーフエンジニアと構成され、職位が上がるにつれ専門性、マネジメント能力、全体的な管理能力、プロジェクト横断的な管理能力など高度な能力と追求成果で構成されている。これらについて、同社のミッション・ビジョン・バリューに基づいた評価要件を設定し、評価シートの作成と自己申告、上司評価、経営者評価を経て人事評価・査定がおこなわれる。結果として賞与・昇給・昇格が決まる。被評価者は、評価者によるフィードバック面談において、本人評価とのズレや評価の理由について説明を受けることになる。新制度適用の2023年度から5年間は、制度移行による不利益調整が用意されている。

2022年の時点では、新制度でいうチーフエンジニア職に該当する社員はおらず、マネジャー 3

表4 KT 製作所が新しく導入した4階層12等級の人事制度

階層	等級	求められる成果	必要な能力
チーフエンジニア	CE3	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトを横断的に管理 プロジェクトをまとめる 仕組み化をおこない、プロジェクト全体の機能性を高める 	マネジメント力・ファシリテート力 全体を俯瞰する広い視野 仮説検証・専門性追求
	CE2		
	CE1		
マネジャー	M3	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトの工程リーダーとして役割を果たす プロジェクトの各工程の仕組み化をおこなう 	マネジメント力 仮説検証 専門性追求
	M2		
	M1		
プロフェッショナル	P3	<ul style="list-style-type: none"> 仕組みを的確かつスピーディーに回す 効率化を追求する 	高い処理能力 専門性追求
	P2		
	P1		
エンジニア	E3	<ul style="list-style-type: none"> 仕組みを運用する 自身の役割をこなす 	柔軟な対応力 仕事の吸収への意欲
	E2		
	E1		

注：各階層においては、このほかに、役割の定義が明文化されている。
 出所：KT 製作所提供資料より抜粋・引用（一部修正）。

名、プロフェッショナル3名、エンジニア5名、事務職2名という構成であった。新しいビジネスモデルの進展に応じてプロジェクトの管理経験を積んで、全体のプロジェクトの管理と組織体制の構築への寄与を求められるチーフエンジニアはこれから任用される計画である。すべての職務・階層に応じた給与表も公表されており、社員はそれぞれ自身のポジションとキャリア目標や課題を踏まえて仕事にあたっている。

KT製作所は求人会社を通じて経験者採用をしているが、このところ応募してくるのはベトナム人高度人材（エンジニア）が続いている。マネジャー3名のうちすでに1名がベトナム人、エンジニア5名のうち4名がベトナム人で、いずれも母国の優秀な技術系大学を卒業した後、日本で就業経験を積んだ転職組である。入社後3ヶ月間は試用期間として働いてもらい、日本語での業務に支障がなく、実力・経験が申し分ない場合に正社員として雇用している。現状では、同水準の人材を日本人で採用することは、同社のような中小企業では非常に難しいのが実態である。ただし、興味深いのは、高学歴技術知識をもった外国人労働者の口コミネットワークが機能すれば、同社のように、レベルの高い人材が短期間に雇用でき、デジタル社会を味方につけるのに、規模の大小は関係ないということである。

以上、同社は新しいセミファブレス・ビジネスの実現に合わせて、外国人も日本人も平等の新しい人事制度を構築することで、金型業界に新しい経営モデルを追及している。

5. 単品・少量多品種生産分野におけるケース

(1) 自動車部品の少量多品種生産：O精工

① 大手オンライン機械部品調達サービスへの参画

O精工は自動車部品の試作や単品・少量の精密部品加工をおこなうメーカーで（愛知県、110名）、トヨタ系サプライヤーなど200社超と取引している。ラップ加工を得意技術としつつ、積極的な投資でマシニング、フライス、旋盤、ワイヤーカット、各種研削盤、レーザー溶接機、レーザー加工機など幅広い加工設備を保有している。

若手人材の採用に力を入れると同時に、2009年からはベトナム人技能実習生⁸⁾の受け入れも積極

8) 当初のベトナム人技能実習生は、大卒という学歴にもかかわらず、日本での経験を積むために技能実習生として同社で業務にあたった。その働きぶりや知識の高さから、同社では単品・小ロットのさまざまな加工を先端的な設備で経験し、その家族主義的な組織文化から当時の経営者（現会長）に母国での事業展開を進言し、この仕事を母国で続けたいと直訴した。結果、ベトナム法人の設立にいたった。現地法人の経営を任せてからは、現地で入社した高卒人材を日本の工場ではばせるため、「研修生」（いわば留学）として受け入れている。日本で3年間の研修（留学）を終えると、ベトナム法人で勤務を続けることになる。日本の工場内には、日越両方の言語でさまざまな掲示や作業要領書が作成されている。

的におこない、同社で技術とビジネスを学んだベトナム人が母国への拠点進出を進言し、2013年には現地工場が実際に稼働した。その際、現地の経営と営業はそのとき進言した同社の元研修生に任せることにした。こうして、思わぬ形でO精工は海外事業をおこなうこととなった。

O精工は従来の多品種少量受注の自動車部品ビジネスを中核としつつも、自動車部品一本足打法での経営に危機感を抱き、先代経営者の時代から介護サービスや飲食業、イチゴ栽培など小規模な多角化経営も進めてきた。同社では同時に事業承継を着実に進めていく中で、現経営者（2代目）が自らの学習機会と捉えて、新事業として乗り出すことにしたのが、大手機械部品商社（M社）のオンライン部品受注サービスへの参画であった。

M社は2016年からオンライン機械部品調達サービス（以下、Mシステム⁹⁾）を立ち上げ、本格的な事業展開は2019年に切削・板金加工を手がけるようになってからであった。プレス加工設備メーカーや外資の5軸加工システム会社と提携してシステムを高度化させるとともに、切削・板金加工事業へ領域拡大する際に、加工協力サプライヤーを開拓することになった。その際、O精工の2代目経営者は事業承継後、ある勉強会でこの事業を知り、先方はすぐに同社が国内とベトナム工場の2拠点体制にあることに関心を寄せた。というのも、M社では海外展開も視野に入れていたため、すぐにO精工ベトナム拠点の視察をおこない、O精工による同事業への参画はトントン拍子で進んでいった。同社はこの事業の準備段階から協力し、ほかの数社とともに100アイテムほどの見積もり提出をおこない、M社はそれらをベースに協力サプライヤーごとに基準価格や納期の設定をシステムに組み込んでいった。海外向けにおいては、北米サービスでは製造を日本国内でおこなった後に輸出する形で、中国向けサービスでは受注から加工・納品まですべて中国国内で完結する形となっている。

O精工がMシステムに関与する当初の目的は、M社のもつ多種多様な顧客基盤を知るという点にあった。ひとつには、国内外で圧倒的多数の取引先をもつM社の顧客からこのシステムを通じて加工を受注することは、当社の技術と経験の蓄積に無限の可能性をもたらすという考えである。もうひとつは、大企業のレベルの高い技術者や設計者とコミュニケーションをとる機会が増え、社員の力量アップや成長につながることを期待したからである。当初、この事業への参入について先代経営者（会長）は乗り気ではなかったが、承継経営者が次世代の経営を見据えて取り組んだので、経営者として独り立ちするよい機会でもあった。現経営者は、将来は事業部になるくらいの売上確保と収益化を図りたいとしている。このオンライン受注システムビジネスは、同社

9) Mシステムは、「従来2D図面を利用して手配していた部品を3Dデータだけで見積もり、発注、製造までおこなえる3Dものづくりプラットフォーム」で知られるサービスである（M社のウェブサイトより引用）。板金加工から切削加工まで事業を広げているベンチャー企業のキャディ（株）も、同様のビジネスで知られる存在である。M社は設計者向け、キャディは調達担当者向けと、ややユーザーの軸足が異なるといわれている。

の売上の10%近くを占めるようになった。O精工ではシステムを通じて入ってきた受注は、基本的にすべて受注する姿勢で、平均すると受注当たりのロット数は2.5個で、ほぼ単品生産に近い形という。

この事業では、同社のようなメインパートナーが4社、サブパートナーが30社ほど存在する。参画するにあたっては、M社の作成した業務マニュアル（分厚い冊子）に基づいた管理・運営が求められるため、それを忌避する加工メーカーも少なくないという。この業務マニュアルは部門管理者が理解したうえで、加工担当者を管理する。システム上では単価の上限と下限が設定されるようになっており、絶対に下限は守るような仕組みという。発注先の選定は加工領域によってロジックで差配されるといい、AIによって自動見積もりが無料で提示されるというものである。ただし、2022年の訪問時の説明では、発注先の偏りなどが生じることが稀にあるため、そこはM社の人員が介入して修正対応することもあるとのことであった。

② Mシステムを人材育成の一環に位置づける

実のところ、Mシステムで受注した加工業務については、入社間もない経験の浅いスタッフがプライス盤での作業を一通り修得した後に配属されている。ここでさまざまな加工技術や単価、仕事の仕組み、納期などの経験を通じて、加工業務全般と前後のビジネスのつながりを学習する位置づけにしていきたいという。現場では20代の日本人管理者が1名、高卒採用の日本人リーダー1名、それ以外の加工担当10名はほぼベトナム人社員で構成されている。同社は社内保育所を要しており、預かる乳幼児が少なくなるなどした場合は、その保育要員にも単純作業の補助で同事業のサポートに入ってもらおうこともある。

Mシステムによる受注は、日本の本社とベトナム工場とで一括して受け付けているので、どちらで加工業務にあたるかは仕様や素材、納期などを勘案して日本サイドで日越双方に振り分けている。日本サイドでは、大きく分けて穴加工と形状加工の2つの分野の担当者に分け、加工、検査、出荷という流れを業務管理している。現状ではほぼ専業であたっているが、この業務においても多能化していく必要があるという。システムとして受注する加工は仕様や精度、形状、材質はそれぞれ異なるので、常に改善を心がけて業務にあたり、2台持ちで加工を担うなど、さまざまな経験値の蓄積が進むよう計画している。そうすることで、日本採用の社員（日本人であれベトナム人であれ）に加えて、ベトナム工場からの研修生にとっても、加工業務の経験と知識を蓄積する基盤としてこの業務が位置づけられる。ここで経験を積んだ後、自動車部品や半導体装置などの多品種少量で難易度の高い加工業務へステップアップを図り、人材育成の良好な循環が日越双方で機能することをねらっている。

そのため、同社では多能工であることが役職基準となった人事システムを採用している。それは人事評価だけでなく、設備投資の判断にも関係している。多方面の顧客から難易度の高い加工や短納期の加工を受注するためには、新しい加工方法や技術に挑戦することが不可欠である。

そのためには、それを担当する社員を展示会やメーカー説明会に派遣して、同社で導入すべき機械設備の投資選択に積極的に意見を出してもらうことにしている。そうすることで、新しい加工業務にも前向きに取り組んでもらうようにしている。このやり方になったのは、経営者主導で導入した設備は社員が能動的に活用することが少ないという体験があったからであるという。このことは、ベトナム工場でも同様である。

このように、自社でデジタル技術のシステム構築や関連の投資をおこなうのではなく、広く業界動向を探索し、DX時代に出現した大手企業の仕組みに参画し、自社のグローバルビジネスの一環に据えて、かつ、人材育成にも関係させたという点で、O精工2代目経営者の慧眼をみることができるといえる。

（2）超短納期・単品受注生産：UT 機械

① IoT・AIによる経営革新

広島県で70年超の歴史をもつ UT 機械（広島県府中市、14名）の経営者は現在3代目にあたり（2007年より就任）、創業者は織機製造、2代目は木工機械製造をおこなっていたが、現経営者の代からは金属加工業へと業種の変遷をたどってきた。いわば地場産業の盛衰にともなって業態転換してきたのが同社の歴史と戦略であり、今後も受注先・取引先の変化に対応できるような体制構築を続けると社員に繰り返し伝えている。

2010年代後半ごろに広島県は中小企業支援策として、積極的なIT化・IoT導入促進などの施策をおこなっており、3代目経営者は経営革新の手段として県のIoT導入支援事業に参加した（2017年）。支援・補助を受けながら、社内の設備にセンサーを取り付け、設備の稼働時間、停止時間のデータ収集に取り組んだ。要領をつかむと、浮かび上がったデータを分析し、従来から社内文化として培ってきた「5S」「3定」¹⁰⁾の徹底と改善を組み合わせると、設備の稼働率が3割向上するなど大きな成果をみることとなった。単品受注の小零細企業のIoT導入による成功事例として、その実績を広く知られることとなるが、現経営者はそれだけでは満足しなかった。事実、2023年2月のわれわれの訪問時、工場内に掲示された設備稼働率一覧表では、「稼働率50%以上を目指す」という標語のもとにあった日割りの集計値では、依然として目標値とはかけはなれた実績であった（表5）。

2021年のコロナ禍のもと、同社は地元府中市の産学連携担当にさらなる経営革新の可能性を模索したい旨相談に臨んだ。そこで近畿大学工学部のAI研究者を紹介され、さっそく訪問したとこ

10) 「5S」は整理・整頓・清掃・清潔・しつけ、「3定」は定品・定位置・定量のこと。3代目就任後すぐに実施したのは「整理」にもとづく「断捨離」で、9トンにのぼる不要品を工場から撤去・廃棄した。その後、同社は「地域のお手本になる、感動を呼ぶ工場」を標榜して、社員一丸となって、訪問者のだけをも驚かすほどの「魅せる工場」を実現している。同社ウェブサイトでその様子を見ることができるといえる。

表5 UT機械の稼働率集計表（職場掲示）

月日	機械名	使用時間	稼働時間	稼働率（％）
2月1日	TAC-650	570	58	10.2
	TAC-510	570	100	17.5
	TAC-360	570	0	0.0
	CNC 研削盤	570	120	21.1
	円筒研磨	570	9	0.0
2月2日	TAC-650	690	84	12.2
	TAC-510	690	211	30.6
	TAC-360	690	0	0.0
	CNC 研削盤	690	140	20.3
	円筒研磨	690	0	0.0
2月3日	TAC-650	690	414	60.0
	TAC-510	690	0	0.0
	TAC-360	690	38	5.5
	CNC 研削盤	690	130	18.8
	円筒研磨	690	0	0.0
2月4日	TAC-650	480	80	16.7
	TAC-510	480	86	17.9
	TAC-360	480	57	11.9
	CNC 研削盤	480	120	25.0
	円筒研磨	480	0	0.0

～

全体の稼働率	48,720	8,540	17.5
--------	--------	-------	------

注1：使用時間・稼働時間は分。

注2：調査訪問時の2023年2月の集計一覧表より一部のみ抜粋。

出所：UT機械の工場見学時の入手資料による。

ろ、4年間のIoTで蓄積したデータから「製造工程のロス」の検出からさらなる生産性の向上が見込めるヒントを得て、産学官の共同研究を開始した。製造工程のロスとして知られる16項目¹¹⁾について、過去のデータから解析したところ、もっとも無駄（ロス）が生じていたのは、「段取りロス」であることが判明した。そこから標準的な「あるべき段取り時間」を設定し、新規受注した案件の段取りをAIが過去の類似案件と比較して段取り作業の進捗を判定、即時周知するシステムを構築した。段取りロスが生じていれば、AI判定により自動で経営者や社員、現場モニターにアラートが届くようになっている。そのアラートにより、どこで、なにが原因でロスが発生してい

11) 設備に関する①故障ロス、②段取りロス、③刃具交換ロス、④立ち上がりロス、⑤チョコ停・空転ロス、⑥低速度ロス、⑦不良・手直しロス、⑧シャットダウンロス、⑨ひとに関する管理ロス、⑩動作ロス、⑪編成ロス、⑫自動化置換ロス、⑬測定調整ロス、⑭原単位に関する歩留まりロス、⑮エネルギーロス、⑯型・治具ロスからなる。

るのかを検討する機会が的確に判明し、普段から実践している1秒1歩を削る改善に全社員が輪をかけて取り組めるようになった。

段取りロスへの対応・改善を進めた結果、従来から種類の異なる加工設備を複数操作できるスタッフが、複数の受注案件を同時進行で多台持ちして現場を切り盛りする「複数同時進行・マルチタスク」型の働き方に移行していった。社員らは加工作業中の工作機械やマシニングに次の案件のプログラムを前段取りで入力済み、さらに必要となる刃具・治具も設備脇にセッティングを終えることで、速やかに段取りと次の加工へ取り組めるように3人一組のチームで回るようになっていく。

これらの積み重ねにより、設備の稼働時間をより長く確保し、顧客で発生する発注漏れ、設計変更、部品の紛失、組立時の破損といった現場の火急な困りごとを超短納期で解決している。同社ではこのような事業モデルを「ぶっちぎりの超短納期」と称して、この用語も商標登録しているほどである。コロナ以前は工作機械業界からの注文が中心だったが、コロナを機に一旦は減少し、その後、半導体特需によるその関連装置業界からの発注が急増したという。売上高の推移をみると、2020年度1億600万円、2021年度1億3,900万円、2022年度1億9,000万円と順調に伸張している。

② 大卒人材のみの採用と多能工育成

UT機械の現場社員はすべて、工学系の大卒人材のみで構成される。それは20年前からの採用方針で一貫しているという。前述したように、現場における複数同時進行・マルチタスクで一品受注の加工業務をおこなう人材が不可欠で、同社では、それを多能工の養成によって実現していると述べている。近年でも毎年1～2名の大卒を採用しており、社員の平均年齢は32歳と若い。同社の初任給は広島県近隣地域の大手企業に比べても遜色のない水準に設定し、また、ボーナスは業績に応じて差が付くように支給している。資格の取得はとくに奨励しており、受験日の振替休日付与や更新手続き料の会社負担、資格取得者一覧の社内掲示などをおこなっている。経営者自ら積極的に会社説明会に足を運んで自社の魅力を学生に説明し、会社案内にもコストをかけて、学生たちの第2第3の選択肢として記憶に残るような取り組みで、継続的な人材採用を実現している。

同社はあらゆる超短納期の加工業務に対応するため、保有する設備機械は多岐にわたる。複合旋盤、CNC旋盤、マシニングセンター、長尺旋盤、円筒研削盤、ワイヤー放電加工機、電気炉、各種測定装置、いずれもプログラムから加工まで実務を通じてこなせるように社員を育成していく。職長クラスによるそれまでの経験から、基本的な業務に関する標準作業書が作成・デジタル化・社内で共有化されており、新卒者は図面を読み込みつつ標準作業書を参照しながら加工業務にあたることができる。こうして複数の機械を使いこなし、さまざまな仕様、素材、納期、段取り、プログラム、機械操作を習得して多能工に育て上げていくのである。

昨今 IoT や AI に注目が集まりがちであるが、実際、同社の売上高・利益率・受注数・取引数の増大を支えているのは、それを手段に活用しつつ、現場における 5S の徹底と改善活動との相乗効果によるものである。同社の受注品はほぼリピート発注のない 1 品ものばかりなので、受注から納品まで単純な同じ作業の繰り返しはない。そのため、人・モノ・設備の各要素でかならず変化が生じ、段取りロスが減らして複数同時進行・マルチタスク業務を担うには、改善ポイントが必ず発生する。ゆえに、1 秒でも 1 歩でも改善成果があるならば、それを社内で共有化しようと毎月 3 回ほどの改善成果報告会をおこなっている。また、四半期に 1 度は自ら課題を設定して、計画を立ててやや高い目標の改善活動に関する成果を出していくよう取り組ませている。繰り返すが、このような社内の改善への理解・文化が培われていたからこそ、IoT や AI という手段の導入とそれとの相乗効果によって、同社のいう「ぶっちぎりの超短納期」と多能工による複数同時進行・マルチタスクが可能となったのである。

6. おわりに

ケーススタディをいくら積み上げても、中小製造業の無形資産投資に関する定量的なデータも存在しない中で、デジタル技術の活用と人材育成を計数で表現して実証することは不可能である。あるいは、特定の標準ツールやシステムが大々的に普及することで、製造業や中小企業の全体的な底上げが短期間で実現するような単純な状況でもない。限られたケーススタディから明らかになったことは、デジタル技術の進化・普及にともなって中小製造業のビジネスモデル・組織・人事・教育体系が大きく変質してきているということである。現状はいわゆる移行期にあたり、業界標準のようなものが形成される兆しはみられない。

しかしながら、より深刻度を増す人手不足経済下にあってデジタル技術と生産活動の関係からみれば、とりわけこれまで日本の製造現場の強みとしてきた暗黙知や経験・ノウハウの転写や移転・継承を不定型な OJT でまかなえるほどの時間的な余裕はますますなくなっている。他方で、量産部門のビジネスだけにデジタル技術の活用が適的なわけではなく、単品・多品種少量生産ビジネスでもさまざまに展開可能なツールである現実が徐々に明らかになってきた。専門人材の不足や費用対効果への疑念で立ち止まっているのではなく、現場で働く社員のウェルビーイング向上や環境改善、より創造的で付加価値のある事業への転換と処遇、そのためのキャリア開発と人材育成による競争力強化が中小製造業に期待されているのである。

新興諸国の資本家はリープフロッグ的な経営行動で、一足飛びにある程度の水準のものづくりを実現しうる時代でもある。日本でデジタル専門人材を 1 名雇用するコストを下回る程度の無形資産投資ならば、体力のあるうちにチャレンジしてみる価値はあるものと思われる。デジタル技術と人材育成という無形資産投資ばかりを強調してきたが、ものづくりの現場では単純作業から

社員を解放するロボットや自動化への投資、最先端の複合加工機、あるいは AI 解析を用いた検査装置による自動化・無人化といった有形資産投資とのバランスが重要といえる。

近年、自治体による中小企業支援策や地域金融機関による伴走支援など、中小製造業経営者の意識とリーダーシップにもとづく戦略的展開をサポートする体制はかなり整っている。多様な自己実現の場、価値創造の導出装置として、地域の中小製造業の果たす役割と期待はこれからも大きい。

[付記] 中央大学経済研究所・分業構造研究会各研究員各位、共同調査をよく共にする弘中史子氏（中京大学教授）、木村弘氏（広島修道大学教授）、調査に応じてくださった企業関係者のみなさまに感謝申し上げます。文責はすべて筆者個人に属します。

参考文献

- 江口政宏（2022）「中小企業のデジタルトランスフォーメーション—事例にみる中小企業の DX 推進—」『商工金融』第72巻第6号。
- 岡田浩一（2013）「中小企業の IT 利活用と経営者の意識改革」『中小企業研究センター年報』2013年。
- 小川正博（2013）「デジタル技術の発展と新しいものづくり—自律分散型ものづくり環境と中小企業—」『商工金融』第63巻第12号。
- 木村哲也（2018）『Small Factory 4.0 第四次「町工場」革命を目指す!』三恵社。
- 小松史朗（2023）『日本生産システムにおける労働と管理—変容過程とその含意』ミネルヴァ書房。
- 中小企業庁（2022）『中小企業白書 2022年版』。
- 遠山恭司（2021）「国内外生産乖離期における大手自動車部品サプライヤーのグループ強化—デンソー子会社・系列2次サプライヤーの無形資産形成—」『経済学論纂（中央大学）』第61巻第3・4合併号。
- 遠山恭司・清响一郎・菊池航・自動車サプライヤーシステム研究会（2015）「中小自動車部品サプライヤーの階層別特徴—全国900社のアンケート調査結果から—」『立教経済学研究』第68巻第3号。
- 西岡正・自動車サプライヤーシステム研究会（2015）「高収益中小自動車部品サプライヤーの経営特性—中小サプライヤー全国アンケート調査分析—」『商大論集（兵庫県立大学）』第67巻第1号。
- 日本政策金融公庫総合研究所（2018）『IoT時代にサービスで新たな付加価値創出に取り組む中小製造業』日本公庫総研レポート No. 2018-1。
- 日本政策金融公庫総合研究所（2022）『デジタル化で生産性向上を図る中小製造業』日本公庫総研レポート No. 2022-5。
- 港徹雄（2011）『日本のものづくり 競争力基盤の変遷』日本経済新聞出版社。
- 宮川努・滝澤美帆・金榮慧（2010）「無形資産の経済学—生産性向上への役割を中心として—」日本銀行ワーキングペーパーシリーズ No. J-8。
- 山田基成（2018）「IoT時代の中小製造業—部品メーカーの取組事例に基づく考察—」『中小企業研究センター年報』2018年。
- 渡辺俊三・田中武憲（2016）「愛知県における自動車部品製造業の現状と課題—地域産業集積研究所と豊田市の共同調査より—」『名城論叢』第15巻特別号。
- Jürgens, Ulrich（2021）“Automation, Lean Production, Industrie 4.0 : The Trajectory of the German Model”, 『経済学論纂（中央大学）』第61巻第3・4合併号。

（立教大学経済学部教授）