

中小企業懸賞論文本賞作品

# 中小金型製造業の発展を目指して

## —データ化した暗黙知を活用した 「次世代金型エンジニアリングチェーン」の提案—

廣瀬 竜馬 塩野 七海 相田 快晴 小西 修平 中岡 琴子  
(立教大学) (立教大学) (立教大学) (立教大学) (立教大学)  
(経済学部3年) (経済学部3年) (経済学部2年) (経済学部2年) (経済学部2年)

### < 要 旨 >

本稿では、ITを用いた中小金型製造業の発展について考察する。デジタル社会の到来に伴いDXが進展する中で、データの収集と分析・活用が企業の競争力に大きく影響するようになった。しかし、我が国においてDXは遅れをとっており、業界を問わず推進が急務となっている。その中でも筆者は、現場力を競争力の源泉とし基盤産業として日本の製造業を支えてきた中小金型製造業に着目した。

先行研究とヒアリング調査から、中小金型製造業は、海外勢力の拡大や国内製造金型の需要縮小・人材不足といった課題を抱えていることが浮き彫りになった。このように取り巻く環境が厳しくなる中で従来の金型づくりとビジネスモデルは限界を迎えつつあり、中小金型製造業にはエンジニアリングチェーン（以下EC）の強化と新たな価値を創造する金型企業への転換が求められている。双方の実現には、人材の育成や活動負荷の平準化のために熟練工の暗黙知をデータ化するというデジタル変革が必要であると筆者は考える。

しかし、中小金型製造業において現場へのIT導入とデータ利活用は確立していない状況にある。そのような中で、熟練工の経験に基づく勘やコツといった言語化できない暗黙知を、ITを用いてデータ化し、利活用している先進事例を取り上げた。ECの強化に繋がる素質が備わっているこの事例の取り組みに加え、ECの強化の実現には、暗黙知のデータ化を製造プロセス全体に展開することが必要であると筆者は考える。

そこで本稿では、ECの強化を実現した先進的金型企業による「次世代金型EC」を提案する。本提案を構築することで、データ化した暗黙知の利活用によるECの強化の方向性となるだけでなく金型企業への転換が可能となる。そして、中小金型製造業者が、海外勢力の台頭も著しく不確実性が高まる中で事業環境の変化に対応していく能力を獲得することを期待する。

## 目次

はじめに	第3章 暗黙知をデータ化する取り組み
第1章 金型産業の概要と暗黙知の有効性	3-1 株式会社IBUKI（山形県西村山郡）
1-1 金型産業の概要	3-2 有限会社中山鉄工所（岡山県倉敷市）
1-2 暗黙知とは	3-3 金型の製造プロセスにおける暗黙知の階層
第2章 中小金型製造業の現状	第4章 「次世代金型エンジニアリングチェーン（EC）」の提案
2-1 金型産業の現状と課題	4-1 先進的金型企業
2-2 中小金型製造業の現状と課題	4-2 「次世代金型エンジニアリングチェーン（EC）」の概要
2-3 中小金型製造業に求められるものとは	おわりに

## はじめに

我が国では、デジタル化の急速な進展に伴うデジタル・トランスフォーメーション（以下DX）の推進が急務となっている。経済産業省は、2018年に「DXレポート」を公開し企業にDX化を促したが十分とは言えない現状である。一方、新型コロナウイルスの流行により、企業は急速に変化する事業環境への対応にも迫られている。不確実性が高まる時代の中で、DXの本質は単にレガシーなシステムの刷新や高度化に留まるのではなく、レガシーな企業文化から脱却し、事業環境の変化に迅速に適応できる能力を獲得する企業変革にあるという（経済産業省 2020 (1)）。現状、中小企業でITを導入している企業は約6割（商工組合中央金庫 2021）に達するが、単なるIT導入ではDXの実現とそれに伴う企業の発展・変革には至らず、IT導入によるデータの収集と分析、活用が求められている。

近年では業界を問わずDXの推進が求められ

ており、現場力の高さで競争力を発揮してきた製造業も例外でない。筆者は、その中でも基盤産業として日本の製造業を支える中小金型製造業に焦点を当てた。中小金型製造業は、取り巻く環境の変化の中で企業変革が求められているが、現場でのデジタル機器導入やデータ利活用は確立しておらずDXの過渡期にある。そこで本稿では、金型産業に求められる企業体制や戦略を実現するために、熟練工の暗黙知をデータ化し活用している先進事例と、金型の受注生産に留まらない新たな取り組みを行う事例をもとに、データ化した暗黙知を活用した「次世代金型エンジニアリングチェーン」を提案する。

## 第1章 金型産業の概要と暗黙知の有効性

### 1-1 金型産業の概要

日本の金型産業は、量産型機械工業のサポート産業として、日本の経済成長と共に大きく発展してきた（日本金型工業会 2014）。そもそも金型とは、金属・プラスチック・ゴム・ガラスなど多岐に渡る原材料を所定の形状に成

形する金属の型を指し、製品の成形の際、切削加工等の手を加えなくても短時間で同一品質の製品を大量に加工できるという特徴をもつことから、量産型機械工業にとって不可欠な生産手段となっている（田口 2011）。このように、金型の精度と耐久性が量産型機械工業の基本的競争力を技術の面から規定しているといっても過言ではなく、金型は量産型機械工業の基盤的技術であり「マザーツール」である。

金型産業は、単品受注生産による同じユーザー企業との長期的取引の中で金型生産における技術や技能を蓄積し、発展を遂げた（斉藤 1996）。また、機械と技能の結合が最も典型的に現れる産業であるという（田口 2011）。従来は、熟練工の手作業が中心の技能労働集約型産業であり、金型の製造プロセス（表1）の各工程で技能が必要とされてきた。1970年代後半以降、NC工作機械やCAD・CAMといった情報機器が急速に普及し、一般的な加工作業領域においては技能を必要とする工程が限られ、資本集約型産業へと進展した。しかし、情報機器を駆使するにも毎回異なる機器のセッティングや緻密な調整が必要となり、熟練工の経

験に基づく勘やコツが不可欠である。加えて、金型の精度を最終的に決定する重要な部分である仕上げ工程をはじめ、機械化が困難な工程では依然として熟練工による手作業に依存しており、熟練技能への依存度が高い産業となっている。これらの技能は熟練工の経験に基づいた言語化が難しい勘やコツに依拠しており、次節で述べる暗黙知として捉えられる。

### 1-2 暗黙知とは

「知識は、暗黙知と形式知の相互の変換の中で生まれるものであり、この知識創造の過程が、日本の連続的イノベーションの原動力である」（野中・竹内 1996）とされてきた中で、暗黙知は製造現場で起きるわずかな変化に気づき問題を解決してきた（指宿 2018）。このように、暗黙知はITが普及する以前よりイノベーションの源泉として取り上げられており、製造業の現場における重要な経営資源となっている。

暗黙知に関する代表的な研究者としてマイケル・ポランニーと野中郁次郎が挙げられるが、既存研究の中で両者が指す暗黙知は同一でないことが指摘されている。提唱者であるポラン

表1 金型の製造プロセス

金型の製造プロセス		説明
受注／見積もり		提供された仕様書、データから見積もりを作成
設計		見積もり、打ち合わせをもとに設計図作成
製造	切削加工	金型のもとになる金属を徐々に削る作業
	研削加工	切削加工を行った金属を回転する研磨砥石を用い、細部まで削る作業
	放電加工	研削加工を行った金属にアーク放電を行い、更に細部まで削る作業
	組み立て／仕上げ	各工程で完成した部品を組み合わせ、調整を行う作業
トライ		出来上がった金型で実際に製品を試作し、不具合の確認と調整

出典：筆者作成。

ニーは、暗黙知を「語ることのできない知識としての技術的及び認知的スキル」と定義する（大西 2008）。一方、ポランニーの暗黙知概念を拡張し経営学分野に導入した野中・竹内（1996）は、「信念、ものの見方、価値システムといった無形の要素を含み、言語化されていない人間一人一人の体験に根ざす個人的な知識」と定義している。両者の決定的な違いは、ポランニーは表出伝達<sup>1</sup>が不可能な知識を指すのに対し、野中は表出伝達は可能であるが表出化されていない知識を指している点にある（大崎 2009）。その点において、筆者が着目した熟練工の暗黙知は表出伝達可能な性質を持つものであり、ITを用いて金型の製造プロセスにおける暗黙知を形式知化することを議論の対象にすることを踏まえ、本稿では野中が指す暗黙知を用いることとする。

また、暗黙知に対する概念として挙げられる形式知は「暗黙知を言葉や数字で表現し、伝達・

共有することが可能な技能・知識」とする（野中・竹内 1996、村川 2008）。さらに、本稿ではITを用いて暗黙知を形式知化し、データとして扱える状態にすることを「暗黙知のデータ化」とする。

加えて、筆者は森（2013）の「暗黙知の4階層」（表2）を活用し、暗黙知をさらに分類していく。そこで特筆すべき点は、第3層と第4層の暗黙知は所有者自身が暗黙知を所有していることに気づいておらず、第三者による働きかけがない限り明示化も形式知化もなされないことである。特に、第3層の暗黙知の形式知化は暗黙知の核心となる部分を明らかにすることができるという（森 2013）。そうした中、ITの進歩が熟練工の暗黙知を形式知にする範囲の拡大を促していることが明らかにされている（松井 2021）ことから、幅広い暗黙知を形式知化していくためにITが有効な手段となると考えられる。

表2 暗黙知の4階層

暗黙知の段階分け	内容	各段階別の形式知化の方法
第1層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可視性が高い</li> <li>・所有者ではない第三者からも観察可能</li> </ul>	観察⇒第三者による言語化⇒記録
第2層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第三者からの観察は不可能</li> <li>・所有者は言語化可能</li> <li>・ヒアリングを行えば記録可能</li> </ul>	基本的問いを用いたインタビュー⇒第三者による言語化⇒記録
第3層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・暗黙知の所有者がその行動、思考を自覚していない</li> <li>・適切なヒアリングによる明示化が必要</li> </ul>	仮説検証の問いを用いたインタビュー⇒第三者による言語化⇒記録
第4層	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可視性が低い</li> <li>・暗黙知の所有者がその行動、思考を意識していない</li> <li>・所有者自身による言語化が不可能</li> </ul>	第三者が体得⇒第三者による言語化⇒記録

出典：森和夫、2013、「暗黙知の継承をどう進めるか」より筆者作成。

1 言語・数字・身体的動作・色彩・絵などの記号により、自分の意図することを出して他人に伝達すること（大崎 2009）。

## 第2章 中小金型製造業の現状

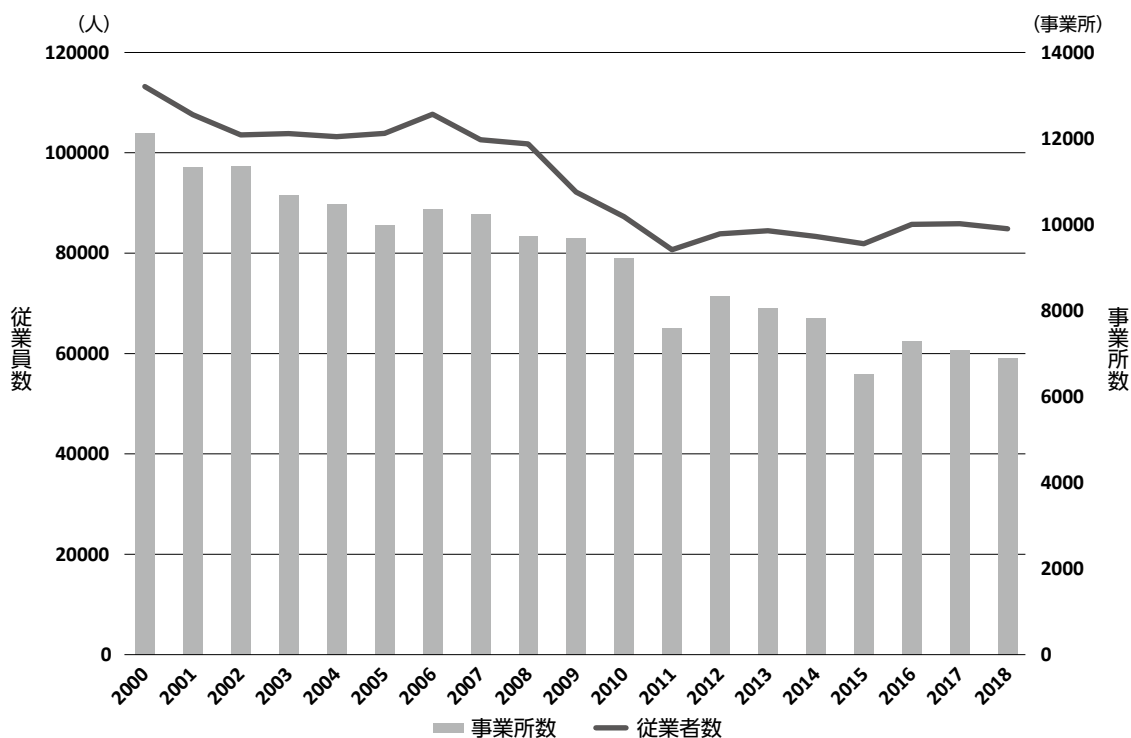
日本政策金融公庫総合研究所（2019）によると、中小金型製造業のIoTに関連した設備投資の実施状況において「すでに実施」と回答した企業は7.2%で、「実施していないが予定はある」と回答した企業は12.6%であった。一方、製造業全体での数値は前者は4.5%、後者は6.2%であり、おおよそ倍の回答を得られた。このことから、金型産業は製造業界の中で比較的、課題を解決するツールとしてITの利活用を模索しているといえる。そこで、金型産業と中小金型製造業の現状と課題を整理し、IoT導入意欲を喚起している背景やIoT導入の意義について考察していく。

### 2-1 金型産業の現状と課題

金型産業は業績が低下傾向にあり、また金型製造業の事業所数・従業員数は共に減少の一途をたどっている（図1）。経済産業省の工業統計調査（2017）によると、一事業所あたりの従業員数が19人以下の事業所が全体の8割以上を占め、多くの企業が小規模事業者である。他にも、輸出額は2000年から2018年にかけて247億円の増加であるのに対し、輸入額は2000年から2018年にかけて909億円の増加であり、増加幅は輸入額の方が顕著である。

日本の金型産業の強みは、技術力・現場力と強力な金型製造インフラ、高い品質である（日本金型工業会 2020）。一方弱みは、高度な技術を利益に転換できないことと、自動車産業への

図1 金型製造業の事業所数、従業員数の推移



出典：経済産業省「工業統計調査各年版」、経済産業省「経済センサス各年版」より筆者作成。

依存、下請け体質という脆弱な経営基盤である。加えて、懸念点として内需の減少と海外における金型の現地調達加速、人口減少による人材不足がある。

以上のことから、金型製造に携わる事業所や人材が減少している上に海外勢力の台頭がうかがえ、特に下請け体質を持つ小規模企業者にとって厳しい状況にあると考えられる。こうした中、産業全体で海外勢力に負けない経営戦略が必要である。

## 2-2 中小金型製造業の現状と課題

中小金型製造業者の抱える経営課題として①金型の品質よりも価格を重視する顧客の傾向を背景にした受注単価の下落、②国内メーカーの生産拠点の海外移転に伴う受注数量の減少、③最終製品の市場の縮小、④人材育成が挙げられる（松井 2020）。

加えて、筆者は中小金型製造業者にヒアリング調査を行い、3つの課題を抽出することができた。1つ目は生産性向上の難しさである。「事業所の規模が小さいのに設備投資に非常にお金がかかり、多くの金型零細企業が生産性を向上させることが難しい。」（中山鉄工所ヒアリング）という声が挙がった。2つ目は技能承継・若手社員の育成であり、「一品物が多くそれなりの経験とスキルが必要なため人材育成は難しい。」（中山鉄工所ヒアリング）とされる。3つ目は企画提案力の乏しさである。「金型屋はニーズに対応する力はあるが、ニーズを聞く力な

ど企画提案力がない。」（エムエス製作所<sup>2</sup>ヒアリング）や、「経営の安定性を求め、大企業との取引を増やそうと考えるため下請け事業が多く、企画力が足りない。自分たちで製品を作る力が必要だ。」（IBUKI<sup>3</sup>ヒアリング）という声が挙がった。

## 2-3 中小金型製造業に求められるものとは

経済産業省（2020（2））は、製造業を取り巻く時代の変化に柔軟に対応していくためには、エンジニアリングチェーン（以下EC<sup>4</sup>）が有効であり、その方法の一つとして従業員の持つ技術や能力のデジタル化を挙げている。従来製造業のECでは、人材や設備投資が製造工程に集中しており、製造プロセスが部分最適化された状態であった。部分最適化されたECでは、製造プロセス間の連携が不十分になってしまうことや、デジタル化の恩恵を全体に波及させることができないという課題を抱えており、活動負荷の平準化による全体最適化の必要性が高まっている。

ここで、金型製造業におけるECに着目すると、デジタル変革の中心が製造工程に集中している傾向にあった。現状、設計と製造の一部では機械化が進み脱属人化されているのに対し、金型の工程において見積もり・トライが特に属人化されたままである（IBUKIヒアリング）。このことは、製造業におけるECの部分最適化の現状と重なり、製造プロセスにおける脱属人化の程度に偏りがあると言える。よって、金型

2 金型を作る他にもゴルフクラブを作るといった様に新製品開発を行っている。また、新製品開発を行っていく中で開発提案能力を磨くために協業もしており、開発提案能力を磨き本業の金型に還元しようとする狙いがある（エムエス製作所ヒアリング）。

3 資本金7800万円、従業員60名。前身は1933年創業の安田製作所であり、経営危機に陥っていたところを、2014年に株式会社O2（東京都港区、製造業コンサルティング）により買収された。このことを契機に、IBUKIでは金型の製造現場にAIやIoTの導入が積極的に行われ、1年足らずで経営回復、そして現在では金型産業界におけるフロントランナーとして注目される企業にまで成長した（IBUKIヒアリング）。

4 研究開発-製品設計-工程設計-生産などの連鎖のこと（経済産業省 2020（2））。

産業においてもECの強化による全体最適化の必要性が同様に言える。

また、日本金型工業会は「令和時代の金型産業ビジョン」<sup>5</sup>を策定し、ビジョンを達成するための戦略として金型工場から「金型企業」への転換を提唱している。海外との価格競争に陥る金型工場に対し、金型企業は受注生産だけでなく、新たな価値を創造して顧客のニーズに応えることが求められる。転換に必要な手段の一つにデジタル化・自動化が挙げられている。この手段を取り入れることで、人手に頼った生産中心の組織において従業員を単純生産活動から解放し、創造活動中心の組織へ変革することを目指すという。

以上のことから、中小金型製造業にはECの強化と金型企業への転換が求められている。双

方を実現するための手段としてデジタル化が共通して挙げられている。デジタル化が作業効率化への寄与に留まることなく、人材や活動負荷の平準化のために熟練工の暗黙知をデータ化することが求められていると筆者は考える。

### 第3章 暗黙知をデータ化する取り組み

中小金型製造業者のうち、IT導入を行っている企業を記事やウェブなどの2次情報から選定してヒアリング調査を行い(表3)、その中で暗黙知をデータ化し利活用している企業を抽出した。金型製造現場に存在する暗黙知のデータ化はどこまで取り組まれているのか現状を明らかにし、抽出した2社の先進的取り組みを明確化する。

表3 ITを活用している中小金型製造業ヒアリング調査先一覧

企業名	従業者数	主な製品・事業	デジタル技術の活用状況
IBUKI	60人	プラスチック金型	AIによる熟練工の判断基準や思考回路の視覚化・データ化、IoT金型
中山鉄工所	25人	鍛造・プレス用金型等	AIによるディープラーニングを活用した画像検査システム、スマートグラスへの応用
X製作所	21人	プレス金型	AI・センサーによる生産連携調整
カツミ製作所	11人	プレス金型	AI・センサーによる生産連携調整
hakkai	173人	プラスチック金型	AI・センサーによる生産体制 ロボット活用による企業連携
フジタ	16人	アルミ鋳造金型	非接触レーザーสキャン
狭山金型製作所	26人	プラスチック金型	温度管理、センサー(導入予定)
三木製作所	6人	プレス金型	三次元測定、三次元微細加工
アイティオ	60人	プレス金型	三次元測定、三次元CAD・CAMの活用
ウチダ	120人	プレス金型	三次元CAD設計を活用した設計の効率化・高度化、三次元測定
エムエス製作所	48人	ゴム成形金型	三次元CAD・CAMを用いた製造
Y社	5人	プラスチック金型	3Dプリンター等、ハード・ソフトの導入

※掲載順：デジタル技術の活用状況の類似性ごとに掲載。  
出典：筆者作成。

<sup>5</sup>「これまで培ってきた金型生産技術を競争力の源泉に日本の金型メーカーが総力を結集し、絶え間なく新しい“価値”を顧客に提供することを通じて、日本国内の雇用と金型生産インフラを維持し、世界のものづくりに貢献し発展し続ける」(日本金型工業会 2020)。

### 3-1 株式会社IBUKI（山形県西村山郡）

IBUKIは、射出成型金型の設計・製造をはじめとし、プラスチック成形や加飾加工を行う企業である。筆者は、同社のAIソリューションシステム「ORGENIUS」とIoT金型に注目した。

同社のAIソリューションは少量のデータを解き導き出す教師データ型のAIである。このAIソリューションの基盤は熟練工へのヒアリングのもと、金型の製造プロセスにおける熟練工の判断基準や思考回路を言語ネットワークとして視覚化・データ化したブレインモデルである。ブレインモデルにより熟練工が持つ暗黙知のデータ化が実現し、さらにAIに組み込まれ、見積もりや後述するIoT金型にも活用されている。見積もりは製造工程における工数やコストを想定しなければならず、熟練工による経験と勘により行われ、属人化していることが一般的であった。そこで同社は、独自のAIソリューションを活用した見積もり作成支援システムを導入<sup>6</sup>した。同システムでは、受注された金型に特質した部分があった場合に使用する熟練工の暗黙知を、言語ネットワークとして視覚化・データ化し、蓄積することができる。また、新たに特異な金型の見積もりを行う際には過去の見積もり履歴を検索・参照することができ、難易度が高くない見積もりであれば経験が少ない若手社員でも可能になったという。

続いて、IoT金型は金型内部に取り付けたセンサーが成形中の金型内部の樹脂の流動や圧

力・温度などを計測・数値化できる金型である。製作した型に実際に樹脂を流し込み、そこで不具合があれば修正を重ねるトライ工程で使用される。トライ工程は、金型の品質を決める重要な工程となっているが、成形中の金型内部の様子は見るできないため、熟練工による暗黙知を頼りに不具合の原因特定と修正が行われてきた。ここでもAIソリューションを活用して成形中の不具合を分析し、金型内部の状況と熟練工の思考回路の因果関係を明らかにしたことで、熟練工が持つ暗黙知のデータ化と汎用的な利活用が実現した。IoT金型を用いればトライ工程を若手社員でも受け持つことができるようになり、若手社員への技能承継にかかる時間や労力、海外勢との競争やコストといった問題の解決に寄与している。また、このIoT金型は社内で導入するだけでなく外販に向けた準備も進められており、金型製造以外の新たな取り組みの先駆けとなっている。

以上のように、IBUKIはAIやIoTといったデジタル技術の活用を通して暗黙知をデータ化し、金型の製造現場に革新をもたらしている。

### 3-2 有限会社中山鉄工所（岡山県倉敷市）

中山鉄工所<sup>7</sup>は自動車向け鋳造金型を主に製造する企業である。

同社は、仕上げ工程の磨き工程においてディープラーニングを活用した画像検査システムを導入している。ディープラーニングを活用した画像検査システムとは、削り出した金型の表面

6 グループ会社の一つである株式会社LIGHTz（AIスタートアップ企業）の協力を得て実現している。IBUKI、LIGHTzともに、株式会社O2が親会社である。

7 資本金600万円、従業員25名。展示会に最新設備や最新情報を把握しに行った際に、製造業を中心にICTサービスを提供する株式会社CEC（東京都渋谷区、ITサービス業）と出会う。記述するシステムは全て、2社で共同開発したものである（中山鉄工所ヒアリング）。



を撮影し、その画像をAIに学習させて教師データを作り、このソフトが入ったスマートフォンを削り出した金型にかざすと傷や凹みなどの欠陥を検出し、表面の良し悪しを判断するシステムである。システムを導入した目的や理由は①若手社員の離職率を危惧して素早く技能承継を行いたい、②若手社員間の技量差の平準化を図りたい、③冷静に自社の置かれる状況を把握し新しい情報を得て、ITを用いることで自社の強みを探る時間を作りたいと考えたからだという。金型の表面から欠陥を検出して修正の必要性を鑑みる判断基準は、まさに暗黙知を使うところで熟練工による属人的な工程である。この工程における熟練工の暗黙知をAIを用いてデータ化している。

さらに、画像検査システムのスマートグラスへの応用に取り組み始め、データ化した暗黙知の利活用が進展している。システムをスマートグラス端末に繋ぐことで、熟練工の作業中の目線を捉えながら録画でき、各作業に掛けた時間を熟練工のデータと数値的に比較したり視点を見比べたりと、画像を用いるだけでは分からなかった熟練工の思考と行動の因果関係がデータ化されている。作業中にリアルタイムで金型の表面の良し悪しを判断することも可能となり、効率化も実現している。

同社は、製造工程での手仕上げにおいてデータが活用され、中小金型製造業の中でも先進的な取り組みを行っている。特に、仕上げの磨き工程で使う暗黙知をAIに学習させデータ化したものをスマートグラスに応用することで製造過程での金型の不具合を最小限に抑え、修正も的確に行うことが出来る。様々な暗黙知の

データ化に常に挑戦し続け、より良いものを生み出そうと試みている革新的な事例と言えるだろう。

### 3-3 金型の製造プロセスにおける暗黙知の階層

前掲した表2に基づけば、第1層の暗黙知は第三者からの観察が可能である。よって、熟練工の行動・作業・手順が当てはまる。第2層の暗黙知は第三者から不可視であるが、第三者のヒアリングによって言語化することができる。つまり、行動する上でのコツや上手くいく方法、工夫に当たる。第3層の暗黙知は熟練工自身は自覚していないが、第三者による適切なヒアリングによって抽出・言語化することができる。経験の積み重ねにより無自覚の中で身につけられる、勘や反射的な判断の基盤となっている思考回路・因果関係などが当てはまる。第4層の暗黙知は、第三者が体得することでのみ言語化できるものであり、非言語とされる心・魂といった精神論が当てはまる。

そして、IBUKIと中山鉄工所がデータ化に取り組む暗黙知の所在を「暗黙知の4階層」にあてはめ、明らかにしていく(表4)。IBUKIのAIソリューションが導入されている見積もり作成支援システムでは、受注で使用される第3層の暗黙知をデータ化しており、IoT金型では、トライで使用される第3層の暗黙知をデータ化していることが分かる。また、中山鉄工所の画像検査システムとスマートグラスでは、製造で使用される第3層の暗黙知をデータ化していることが分かった。

ITシステムの導入によって第3層の暗黙知の

表4 金型の製造プロセスに用いる暗黙知の所在

製造プロセス \ 層	第1層	第2層	第3層	第4層
受注	見積もりの手順	履歴の参照	毎回異なる受注に対応する能力 *見積もり作成支援システム	顧客との関係性 あうんの呼吸
設計	CADの使用法	機械の特性を考慮する事	毎回異なる設計に対応する能力	見た目の綺麗さ =良い金型
製造	機械の調節方法・磨き方	機械・材料・環境を考慮する事	金型の不具合を修正する *画像検査システム *スマートグラス	レベルの妥協点
トライ	トライの手順	環境に応じた調整	修正が必要かの判断 不具合の原因の特定 *IoT金型	最終ユーザーへの気持ち

出典：ヒアリングより筆者作成。

データ化とその利活用を実現している事例は中小金型製造業において先進的であり、IT利活用における一つのモデルケースと考えられる。しかし、中小金型製造業において先進的な取り組みを行っている両社でも第4層の暗黙知のデータ化にまでは至っておらず、第4層の暗黙知のデータ化は現段階では未到達であることが分かった。

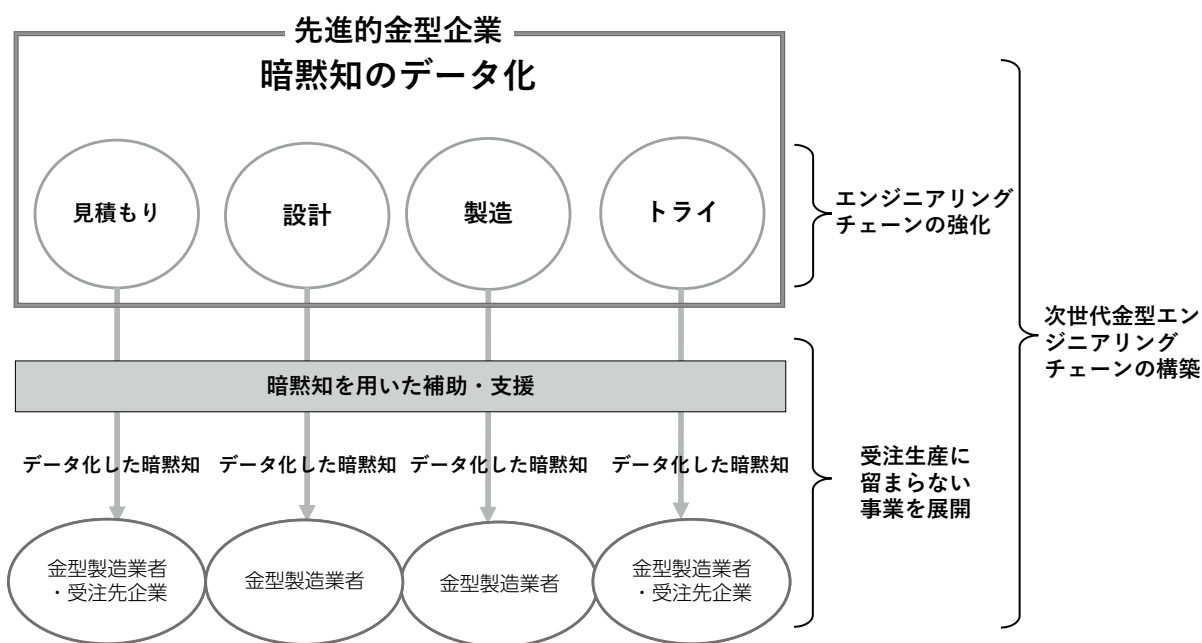
#### 第4章 「次世代金型エンジニアリングチェーン (EC)」の提案

筆者はヒアリングを通じて、取り巻く環境の

厳しさが増すなか、従来通りの金型づくりとビジネスモデルは限界を迎えつつあるという業界の危機感がうかがえた。そうした中、第3章で取り上げた企業は、暗黙知をデータ化した製造プロセスにおいて人材や活動負荷の平準化を実現しており、ECの強化に繋がる素質が備わっていると言える。ECの強化の実現には、暗黙知のデータ化を製造プロセス全体に展開することが必要であると筆者は考える。

そこで本章では、ECの強化を実現した先進的金型企業による、データ化した暗黙知を活用した「次世代金型EC」を提案する (図2)。

図2 データ化した暗黙知を活用した「次世代金型エンジニアリングチェーン」



出典：筆者作成。

#### 4-1 先進的金型企業

「次世代金型EC」を構築する担い手は先進的金型企業である。日本金型工業会ビジョンが指す「金型企業」は従来型の受注生産企業とは性質を異にし、受注生産のみに留まらない事業を展開していく特質を持つ。筆者のいう先進的金型企業はその特質に加え、高度かつ先進的にITを駆使した金型メーカーが金型の製造プロセスの幅広い範囲において第3層の暗黙知のデータ化に成功しており、ECの強化を行う企業を指す。

第3章で取り上げた企業では、データ化した暗黙知の活用により金型の製造プロセスにおいて脱属人化した作業は一つに留まらず、適応範囲が複数作業・工程に渡っている。データ化した暗黙知の活用の意義は、範囲と深度に偏りがある熟練工の知識・技能・技術力を標準化でき

ることにある。このことにより、非熟練工でも熟練工のような作業が可能になり、ECの強化や生産性の向上と共に、単品受注生産で高価な金型を安価かつ短期間に生産することが可能になると考えられる。また、データ化した暗黙知は外販・移転による金型の受注生産のみに留まらない新たな取り組みを展開する可能性もうかがえ、IBUKIはデータ化した暗黙知を用いたIoT金型の外販準備に取り組んでいる。これらのように、データ化した暗黙知はECの強化に留まらず、日本金型工業会ビジョンが指す「金型企業」のように金型の受注生産のみに留まらない事業展開にまで活用される広がりを見せている。

実際に金型企業として事業を展開している事例として、株式会社ウチダ<sup>8</sup>（大阪府大東市）の取り組みが挙げられる。

8 資本金3000万円、従業員120名。自動車用ボデイ部品のプレス金型製造を行う企業（ウチダヒアリング）。

同社は、金型製造業者に対して熟練工を派遣し、金型製造における技術指導を行っている。技術指導を通して指導料を受け取り、指導を受けた企業は技術力向上による他企業との差別化と独自の受注に繋げていくことができる。しかし、同社内から熟練工を派遣しなければならないため社内業務に負担がかかることがあるという。また、蓄積したノウハウをもとに受注先企業に対し見積もりにおける提案や同社の強みである設計の技能を活用し、他の金型製造業者の設計工程の代行業も展開している。

以上のように、ウチダでは熟練工によるノウハウを起点とした新たな価値を提供する取り組みを展開しているが、熟練工の派遣時には社内業務に負担がかかることがあるという課題が明らかになった。熟練工の派遣による暗黙知の伝授は、データ化した暗黙知を移転することで代替でき、負担を軽減できると考えられる。

#### 4-2 「次世代金型エンジニアリングチェーン(EC)」の概要

従来の金型ECでは、資本集約型産業として金型産業が進展したことを背景に、デジタル変革の中心が製造工程の一部分に集中している傾向にあった。そこで、本提案では先進的金型企業によって幅広い金型の製造プロセスにおける暗黙知がデータ化されることにより、製造プロセス全体において最適な活動負荷の平準化とデジタル変革の波及を実現することが可能になる。加えて、データ化した暗黙知を用いた他の金型製造業者や受注先企業への支援といった受注生産のみに留まらない新たな取り組みを「次世代金型EC」によって実現できる。つまり

「次世代金型EC」は、先進的金型企業が暗黙知のデータ化と利活用によって、従来の金型ECの性質を大きく書き換え、さらにビジネスモデルを転換させたものである。

本提案の源泉は先進的金型企業の暗黙知とそのデータ化、利活用にある。データ化された暗黙知は移転可能となり、適切に管理されている限りにおいて組織や企業の境界、地理的な制約を超えた利用可能性を広げていく。本提案では、ウチダの事例のように熟練工を派遣した支援により暗黙知を伝授していくのではなく、先進的金型企業から他の金型製造業者や受注先企業への支援を通して熟練工の暗黙知が移転していくことで負担を軽減することが可能となる。また、データ化された暗黙知を活用した支援を受ける金型製造業者や受注先企業は使用料という対価を支払う。このように、データ化した暗黙知という経営資源を利活用していくことにより、受注生産に留まらない新たな事業に取り組む金型企業へと転換する。

暗黙知は企業にとって重要な経営資源であり、企業独自の強みである。従来通りの金型づくりとビジネスモデルが限界を迎えつつある中で、暗黙知を秘匿のままにせず、経営資源として活用していく必要性が高まっている。そのような中で、本提案のように、データ化した暗黙知の移転に対し、金型製造業者や受注先企業が使用料という対価を支払うことにより、データ化した暗黙知を活用したビジネスモデルを展開していくことができると考えられる。また、本提案を構築することで、データ化した暗黙知の利活用によるECの強化の一つの方向性となるだけでなく、金型企業に転換する第一歩とな

るだろう。

## おわりに

基幹産業でありながら衰退が危惧される中、中小金型製造業が今後も自社の存在を示し続けていくためには、人材の育成や活動負荷の平準化による金型の製造プロセスの全体最適化と受注生産に留まらない金型製造以外の新たな事業展開が求められる。本稿で提案する「次世代金型EC」を構築することで、データ化した暗黙知を活用したECの強化と金型企業への転換が可能となる。

今後の課題として、実現性の検証が挙げられる。本提案の実現には、まず製造現場へのIT導入が必要であり、暗黙知をデータ化して

いくためにはIT企業の協力が欠かせない。このように、経営者の手腕も大きく影響していると考えられる。また、今回の調査研究では、第4層の暗黙知の利活用を具体的に示せなかった。先進的金型企業が本提案を展開し、第4層の暗黙知をデータ化するITシステムを開発することで、更なる中小金型製造業の革新が起きることを期待する。

中小金型製造業におけるIT導入が模索されている中で、本稿では暗黙知のデータ化及び利活用に着目した提案を行った。本提案の実行により、中小金型製造業者が不確実性の高まる中で事業環境の変化に対応していく能力を獲得することを期待する。

### 【調査先一覧】

企業名	資本金 (円)	従業員数	所在地	取材形式／取材日
株式会社狭山金型製作所	1000万	26名	埼玉県入間市	対面 6/22
有限会社中山鉄工所	600万	25名	岡山県倉敷市	Zoom 7/6
株式会社IBUKI	7800万	60名	山形県西村山郡河北町	Zoom 8/5
株式会社三木製作所	2000万	6名	大阪府大阪市西淀川区	Zoom 8/6
X製作所	500万	21名	愛知県知多市	Zoom 8/24
株式会社エムエス製作所	3811万	48名	愛知県清須市	Zoom 8/30
株式会社フジタ	1500万	16名	富山県高岡市	Zoom 8/31
hakkai株式会社	5730万	173名	新潟県南魚沼市	Zoom 8/31
株式会社ウチダ	3000万	120名	大阪府大東市	Zoom 9/1
有限会社カツミ製作所	300万	11名	愛知県小牧市	Zoom 9/10
アイティオ株式会社	4000万	60名	富山県魚津市	Zoom 9/28
Y社	28万	5名	大阪府八尾市	Zoom 9/28

出典：筆者作成。

## 【参考文献】

- 大崎正瑠、2009、「暗黙知を理解する」、『人文自然科学論集（東京経済大学）』、第127号、21-39。
- 大西幹弘、2008、「暗黙知とは何か（3）」、『日本ナレッジ・マネジメント学会東海部会季報』、第6号、1-7。
- 斉藤栄司、1996、「金型産業の国際比較研究-日・韓・台、プラスチック金型メーカーの聞き取り調査を中心に-」、『大阪経済大学中小企業・経営研究所所報 経営経済』、第31号、20-55。
- 田口直樹、2011、『産業技術競争力と金型産業』、ミネルヴァ書房。
- 日本政策金融公庫総合研究所、2019、「IT活用で厳しい経営環境立ち向かう中小金型製造企業」、『日本公庫総研レポート』、No.2019-4、2-6。
- 野中郁次郎・竹内弘高、1996、『知識創造企業』、東洋経済新報社。
- 松井雄史、2020、「課題達成に向けてITを活用する中小金型製造業」、『中小企業支援研究』、Vol.7、20-23。
- 松井雄史、2021、「情報技術を活用した中小製造業の技能承継」、『日本中小企業学会論集』、第40章、207。
- 村川英一、2008、「デジタル化による溶接科学の国際ネットワーク」、『溶接学会誌』、77巻、1号、48-50。
- 森和夫、2013、「暗黙知の継承をどう進めるか」、『特技懇』、268号、45-46。

## 【参考資料】（2021年10月15日最終アクセス。）

- 経済産業省、2018、「DXレポート～ITシステム『2025の壁』克服とDXの本格的な展開～」  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/mono\\_info\\_service/digital\\_transformation/pdf/20180907\\_03.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation/pdf/20180907_03.pdf)
- 経済産業省、2020（1）、「DXレポート2（中間とりまとめ）」  
<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004-2.pdf>
- 経済産業省、2020（2）、「製造業DXレポート～エンジニアリングのニュー・ノーマル～」  
[https://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2019FY/000311.pdf](https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000311.pdf)
- 指宿伸一郎、2018、「日立、稼ぐ『データ分析官』育成 改善策など提案」、『日本産業新聞』、2018年9月18日、日本経済新聞電子版  
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO35396220U8A910C1X13000/>
- 商工組合中央金庫、2021、「中小企業のIT導入・活用状況に関する調査」  
<https://www.shokochukin.co.jp/report/research/pdf/other202101.pdf>
- 日本金型工業会、2014、「新金型産業ビジョン」  
[https://www.jdmia.or.jp/documents/kanagata\\_newvision.pdf](https://www.jdmia.or.jp/documents/kanagata_newvision.pdf)
- 日本金型工業会、2020、「Vision 令和時代の金型産業ビジョン」  
[https://www.jdmia.or.jp/vision/DM\\_Industry\\_Vision\\_3.0.pdf](https://www.jdmia.or.jp/vision/DM_Industry_Vision_3.0.pdf)