

# 中小製造業における「測定・解析」技術の 導入プロセスと取引関係の変化<sup>1)</sup>

山 本 聡

## 1. 問題意識

自動車や電機といった国内製造業では長らく大手完成品企業を頂点とした安定的・固定的な受発注関係が成立していた。こうしたいわゆる「フルセット型産業構造<sup>2)</sup>」の中で、中小企業の大半は高度な技術を有するサプライヤー企業として、最終製品に連なる部品≒中間財の供給や一部製品を担う存在として位置付けられてきた（以下、本稿では中小製造業と記載）。ところが現在、中小製造業の多くは「自動車産業を始めとする国内大手製造業≒顧客企業の海外展開」、「国内大手製造業の相対的な国際地位の低下」、「中国、韓国、台湾、タイなどアジア諸国・地域の基盤産業の発展」といった経営環境の大幅な変化に直面している。このような中で、廃業を選択する企業も多い。その一方、外部環境の変化に柔軟に対応しながら、事業継続に成功している企業も数多く存在している。それでは、なぜ、当該企業は事業を継続させることができたのだろうか。本稿の主たる問題意識はこの問いにある。

既存研究では、中小製造業の取引関係における変化のプロセス、すなわち新規顧客獲得と特定顧客への売上依存からの脱却に焦点を当てながら、上記の問いへの解答を試みている。例えば、山本〔2010〕は茨城県日立地域の中小製造業における取引関係の変化に着目している。日立地域の中小製造業は地域の主力企業である大手電機企業に売上を依存していた。そのため、大手電機企業が海外生産展開を推進した際、その多くは経営危機に直面したのである。しかし、幾つかの企業では、新たな経営陣によりそれまでとは異なる人脈・ネットワークが搬入された。そうしたネットワークが新たな顧客につながることで、特定顧客への売上依存から脱却し、事業継続がなされたのである。同様の文脈から、山本〔2011〕では金型・鋳造・表面処理といった素形材関連の中小製造業における取引関係の変化のプロセスが分析対象に設定されている。そこでは、金型など中小製造業における営業人材の育成・活用のきっかけ・方法と新規顧客獲得の関係が分析されている。さらに、山本〔2012〕は上記の研究を発展させて、中小製造業における海外企業からの受注獲得プロセスとそこに付帯する組織能力について分析している。

なお、中小製造業には長期的な取引関係を背景に、主力の顧客から有形無形の支援を受けることで技術を構築してきた歴史がある。よって、中小製造業が新規顧客の獲得など取引面

の変化を志向・実現する場合、そこには技術面の変化も強く介在していると考えられる。以上より、本稿では、中小製造業の技術面の変化と取引面を主とした経営上の変化を相互に関連付けながら、上述した問いに回答していく。その際、後述する「測定・解析技術の導入プロセス」に焦点を当てることで、本論における学術上の新たな貢献としたい。ただし、関連する既存研究はいまだ非常に少ない。そのため、探索的な研究により、分析枠組みの構築のための事実を発見することを目的とする。

## 2. 既存研究と分析視点の構築

中小製造業が保有する技術の種類は「鋳造」、「鍛造」、「金属プレス」、「切削・研削加工」、「金型」、「表面処理」と多岐に渡る。多くの既存研究で、中小製造業はそうした「基盤技術」を活用し、国内製造業に部品や一部の製品を提供することで、その国際競争力の源泉の一つとされてきた（関〔1997〕参照）。これらは、日本の中小製造業が有する技術力の高さが認識・評価されてきたことを意味する。既存研究ではその技術力の核として、熟練・熟達や経験、勘、技能といった、データには表すことができない「暗黙知<sup>3)</sup>」の存在が指摘されてきた<sup>4)</sup>。こうした暗黙知が上述したような各種の成形・加工工程に深く介在することで、精度の高い部品製作が可能になると考えられてきたのである。さらに、小川〔1996〕や浅井〔2009〕は「技術革新によって暗黙知の工学化が起り、暗黙知が工学技術に置き換わる」ことを指摘している。実際、これまで中小製造業の製造現場にはNC工作機械やCAD・CAM・CAEなど、様々な設備・技術が導入されてきた。その上で、幾つもの既存研究が、中小製造業が有する暗黙知の工学技術への変換を指摘してきたのである。

なお、こうした暗黙知の工学化の核となるのは「特定の問題意識を基盤に仮説を立て、再現性のある実験を実施し、その結果を測定する」という考え方である。筆者が過去に実施した聞き取り調査からを幾つかの事例を見る<sup>5)</sup>。金型部品企業A社は超硬材から0.1ミクロンの真円のピンをつくれるだけの非常に高精度な成形・加工技術を有している。A社経営者は

「成形・加工には『このように加工したから、このように成形できた』という因果関係を見出すことが最も重要だと考えている。例えば、切削用の刃物の素材への接触面のことまで考えて、『どのような削り方をすれば、真円を成形することができるのか』、成形・加工条件を一つ一つ設定しながら、実際の加工を繰り返し、結果を測定しながら、理想とする成形結果とそれにつながる最適な加工方法・条件を見出していく」

と述べている。A社のように成形・加工条件と成形・加工成果の間に介在する「因果関係」を特定することで、理想とする成形結果を獲得するために設備機械や素材、工具、温度に関

して、どのような条件が必要かを導出できる。また、いつでも同様の結果が得られるという「再現性」も確立されるのである。この因果関係の特定に最も必要とされること、それは「測定・解析」に関する高い知識や設備である。理想とする成形結果を導出するためには、第一に「ある成形・加工条件で、ワークの表面にどのような現象が生じたのか」を精緻に「測定」しなければならない。その上で、そこで得られたデータから、理想の成形結果とどのくらい乖離しているのか、を解析する必要もある。また、著名な国内プレス企業B社<sup>6)</sup>の経営者は、

「金型によるプレス加工は部品の設計情報を素材に転写するプロセスと捉えられる。金型を使ったプレス加工では、元々の設計情報どおりに部品を成形できないことが多々ある。すなわち、金型の不具合から、設計情報がぼやけて素材に転写されてしまうのである。その場合、どのような現象が起きたのか⇨どのように情報がぼやけてしまったのか、検証しなければならない」

「情報がぼやけてしまうという現象を『なぜ』と捉え、高精度の『測定』機器を用いながら、理論的に『解析』することが必要になる。そして、当該プロセスの中で得られた知見を金型づくりやプレス加工にフィードバックする」

と述べている。以上より、B社はプレス工程やプレス機械のこともトータルに考えた上で、設計情報がぼやけない金型⇨高付加価値な金型づくりを可能にしているのである。

上述した既存研究と聞き取り調査からの知見を踏まえ、本稿では中小製造業における測定・解析に関連した設備や知識（以下、測定・解析技術）の導入プロセスに着目する。前述したように、中小製造業の大半は顧客に部品を供給するサプライヤー企業である。そのため、中小製造業の技術のあり方は顧客との取引に依拠する部分が多い。言葉を変えれば、中小製造業にとって、顧客との取引関係の変化が、自社技術を変化させる誘因になるのである（鶴飼〔1995〕など）。例えば、久保田〔2009〕ではその一つの事例として、ある中小金属プレス企業が顧客のニーズの変化をきっかけに、「CAEによる塑性解析を手掛け始めた」ことが指摘されている。また、中小製造業が新規顧客を獲得するために、最も重要とされるのは「提案」である（山本〔2011〕）。中小製造業は「他社と比較して、自社の成形・加工技術がどのように優れているのか」、「形状・精度やコストといった点で、求められている機能をよりよく提供できるかどうか」といったことを顧客に能動的に提案することで、新規受注や新規顧客獲得や新市場参入がなされる。ただし、中小製造業が顧客に提供するのは部品を成形・加工するサービスであり、そこにはすべからず無形性が付帯する。すなわち、顧客からは中小製造業の成形・加工技術が「本当に優れているのか」、「求めている機能を満たしてくれるものなのかどうか」といったことが可視化されていない。そのため、測定・解析技術による自社技術の可視化は顧客への円滑な提案につながり、新規顧客獲得につながる。近年、部品構

造の複雑化・高精度化が進展し、ナノ・レベルの加工精度を要求されること、幾つかの大手企業から生産技術に関する深い蓄積が失われつつあることもこの傾向に拍車をかけている。以上より、中小製造業における測定・解析技術の導入プロセスを、当該企業の顧客との関係＝取引関係の変化を絡めながら分析・解明することは是認されるだろう。

なお、中小製造業の多くは開発や品質管理といった高度な測定・解析技術が要求される工程を顧客企業に依存していた（関〔1997〕, p.129-130）。そのため、中小製造業にとって、測定・解析技術は従来とは異なる新しい知識と捉えることができる。以上より、中小製造業における測定・解析技術の導入プロセスを分析するにあたって、企業による外部からの新しい知識の獲得・活用といった組織能力に関連する「知識の浸透能力：Penetrative Capacity」の一連の既存研究を援用することができるだろう（一小路〔2011〕など）。例えば、企業が新しい知識を獲得し、自社組織・事業で活用するためには、「組織の意思決定者による評価」が必要とされる。当該企業の経営者が新しい知識のコストとベネフィットを評価し、後者が前者を上回ると認識しない限り、企業内で新たな知識の獲得・活用は生じない。また、新たな知識を獲得する際には、えてして、「組織の分離」が行われる。これは、既存組織とは別の組織を設立することで、新たな知識の獲得・活用が円滑になされる、といったものである。ここでは、測定・解析技術の導入プロセスにおける当該企業の組織体制の変化に着目することが是認されるだろう。新たな知識の獲得・活用は「過去の事業や市場との継続性」が留保されることでも円滑に実施される。加えて、企業は人的資源の集合であるため（Walker（1986））、中小製造業の測定・解析技術の導入プロセスを人材面からも解釈する。

なお、弘中〔2007〕では、企業における新たな知識の獲得・活用のために、産学連携など「外部組織との関係構築」の重要性が指摘されている。大学や公的研究機関は「因果関係の特定」と「再現性の確立」によって特徴付けられるアカデミックな手法を得意とする。そのため、中小製造業における測定・解析技術の導入に関して、大学・公的研究機関が果たす役割に着目する必要がある。さらに、測定・解析機器・設備は高価である一方、直接、金銭的な利益を生み出すわけではない。中小製造業がこうした資金上の制約をどのように克服しているかにも目を向けなければいけない。

以上まで示した既存研究および聞き取り調査の知見を踏まえた上で、国内中小製造業における測定・解析技術の導入プロセスとその前後事例分析から探索的に明らかにしていく。

### 3. 事例分析

本事例分析では部品加工を手掛ける中小製造業の中で、「測定・解析」に傾注する企業を抽出し、聞き取り調査の対象として、設定した。調査の実施期間は2011年12月から2012年9月まで、調査件数は10社以上、インタビューの合計時間は20時間以上に上る。主な質問項

目は① 事業概要、② 測定・解析技術の導入の経緯、③ 顧客との取引関係の変遷、である。以下に代表的な事例を示す。

### 事例1. 株式会社アート科学（茨城県那珂郡東海村）<sup>7)</sup>

#### 同社概要

アート科学（従業員数28名、1982年創業）は実験・試験装置の設計・製作を手掛ける企業である。創業当初は理化学機器の販売を主とするいわば商社だったが、1988年に現社長が事業を引き継ぎ、製造業として存立することを志向した。現社長は、商業高校を卒業した後、親族が経営する町工場で機械加工の業務に従事、そこで製造業に関する深い知見を得た。元々、子供のときから、「いつかは自分で事業をやりたい」という強い想いがあり、それが30代前半での同社継承に結びついたのである。現社長はものづくりの経験から、今後の中小企業のあるべき姿を見据え、試験装置の設計・製造を手掛け、原子力関連や宇宙関連といった事業分野に進出し、国立研究所との取引も開始した。

2000年頃、大手企業の海外展開などが進展する中で、現社長は

「無機高分子の材料開発をやっぺいこう」

と研究開発部門の設置を決断する。元々、事業上のつながりから、幾つかの大学とつながり

図表1 若手の女性・工学系人材も活躍している



出所：筆者撮影。以下、同様。

## 中小製造業における「測定・解析」技術の導入プロセスと取引関係の変化

を有していた。そうしたネットワークの中で、研究テーマを設定、合わせて著名な国立大学の博士号取得者を研究開発担当の人材として獲得する。研究開発を手掛けることで、研究者間での知名度の向上とネットワーク形成を促し、将来に向けた営業開拓の礎を構築することを企図したのである。現社長は「3年から5年は投資の時期」として、研究開発を推進しながら、そこで求められる試験装置の高度な設計技術やデータ解析に必要な新たなノウハウを獲得していく。このような幅広い技術の蓄積から、顧客に対する極め細やかな技術提案も可能になり、大手企業など新規顧客獲得も実現していった。

現在では、国内の様々な大学・公的機関と産学連携（研究開発）を実施し、当該ネットワークの中で、新たな高度人材も獲得している。

### 事例 2. 板垣金属株式会社（新潟県三条市）

#### 同社概要

板垣金属（従業員数 17 名、1969 年創業）は板金加工やレーザー加工により、国内大手の自動車企業や電機企業、重工企業に対し、自動車部品や医療機器部品、航空機部品といった試作部品やオーダーメイド部品、量産部品を供給している。創業当初は道路工事用コンプレッサーのバッテリーの箱を板金で加工していた。その当時は一社に売上をほぼ依存していたが、オイルショックや円高不況を経て、二代目である現社長（53 歳）が地元の工業高校卒業後、入社する。現社長の方針で 1982 年に NC パンチング・プレスを導入する。これが契機となり、地場の企業およそ 160 社にハウスウェア用の板金部品を供給するようになった。

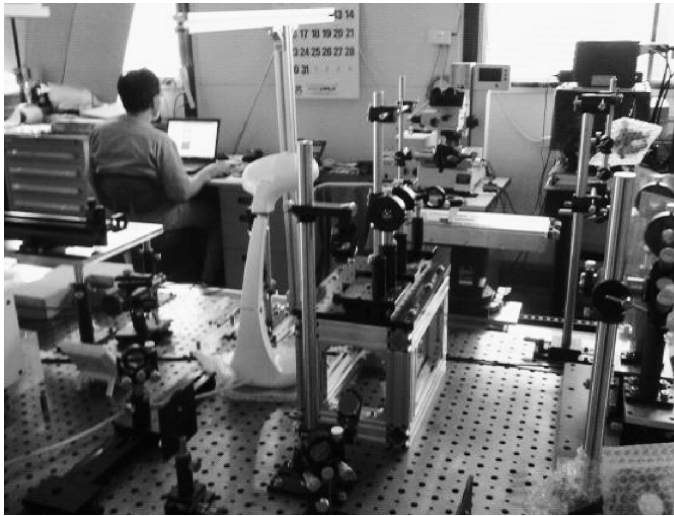
#### 測定・解析技術の導入プロセス

しかし、1990 年代半ば、顧客企業の海外生産・調達徐徐に展開する中で、事業の新たな方向性を見出すために長岡技術科学大学との産学連携を推進し<sup>8)</sup>、広域的な勉強会に参加する。その後、様々な大学・公的研究機関と共同研究開発を実施し、戦略的基盤技術高度化支援事業や NEDO の研究開発支援事業にも採択されている。

例えば、同社は 1980 年代半ばに Co2 レーザー加工機を導入するなど、レーザー加工に関する高い技術を有していた。当該技術を基盤として、2002 年ごろから産学連携を実施、レーザーによって素材表面に酸化皮膜を発生させ、発色させる技術を開発した。その際、連携先の研究室の学生が発色データを蓄積、その解析結果を活用することで、より高速の発色とより長期間の色の付着を実現した<sup>9)</sup>。また、長岡市の旧レーザー応用光学センターも活用している。

「測定・解析」に関する新たな知識・ノウハウが蓄積される中で、レーザー加工機にオーダーメイドの測定器を付帯させたり、板金加工の成形成果を測定顕微鏡によってミクロン単位

図表2 レーザー加工に関する研究開発部門：測定機器が並ぶ



図表3 中古のカラオケボックスを活用し、防音・温度管理に優れた研究室を構築



で解析したりするようになった。その延長線上として、「医療機器の洗浄用の水槽を成形する際、その表面粗度まで測定・解析する。そして、微粒子の汚れまで洗浄できるようにする」といったことを可能にしている。数年前には大企業出身の人材を獲得し、研究開発部門も設立している。現在では、成形結果、例えば、4メートルのパイプへの精密な穴あけを、「どの位置にどのような穴が開いているか」を「保証方法は何か」といったことも含めて、顧客に対する技術提案・機能保証を実施している<sup>10)</sup>。

なお、同社は自社のコア技術の中で、測定・解析能力できない「技能」の部分も重要視し

## 中小製造業における「測定・解析」技術の導入プロセスと取引関係の変化

ている。例えば、溶接工程では、「溶射して何秒間経ったか」ではなく、「どのくらい素材が赤くなったか」で加工が適切に行われているかを判断する。また、自社の技術を数値化しても、その数値を適切に解釈するためには「実際に手を動かしたこと」による経験が非常に重要になるし、技術のある部分をあえて数値化しないで、他社の模倣を防ぐといったことも行っている。加えて、現社長の言葉を借りれば、

「板金はワークの置き方がとても重要である。そのためには、『こう置けばこう曲がる』といった人間の経験が重要になる」

「ある部品を図面どおりの寸法でつくるだけでは足りない。その部品に鑿を一回、入れるだけで隠し味のように顧客にとっての機能が良くなる<sup>11)</sup>」

「こうしたノウハウは現場がトライ＆エラーを積み重ねることで、初めて可能になる」ということが指摘されている。

### 事例 3. 株式会社大貫工業所（茨城県日立市）<sup>12)</sup>

#### 同社概要

大貫工業所（従業員数 55 名、1956 年創業）はプレス精密金型の設計・製作およびプレス精密部品を手掛けている。地域の大手電機企業 C 社との取引関係が創業当初から深く、医療機器、次いで自動車部品のプレス成形を当該企業から受注していた。現在でも、売上の多くを C 社向けの自動車部品の試作・量産が占めている<sup>13)</sup>。

#### 測定・解析技術の導入プロセス

二代目である現社長を始めとした経営陣はグローバル競争が激化し、C 社も海外生産展開を推進する中で、およそ 2005 年頃から、

「中小企業でも最先端の設備・ものづくりを導入しなければならない」

など自社の経営体制の変革を強く志向するようになった。その一つとして、中小企業庁「戦略的基盤技術高度化支援事業（通称：サポイン法）」に注目したのである。地域の公的支援機関でもある日立地区産業支援センターも活用しながら、平成 20 年度「圧造成形順送プレス広工法による LED 用機能部品の製造技術開発」や平成 21 年度「三次元マイクロ構造加工用金型およびプレス技術の開発」といった支援事業を獲得していく。

上記事業を推進するにあたって、「自社の既存技術に何を付加すれば、新たな成果を得られるのか」といったことに着目する。茨城大学や茨城工業技術センターと連携し、C 社関連の元技術者で大学講師も勤められる D 氏を顧問に迎える。その結果、プレス成形により、素材



図表4 大貫工業所は測定・解析部門を急速に拡充した



表面に生じた超微細な凹凸形状を損なうことなく、電気めっき膜を形成する、といったことを可能にしていった。この背景には、D氏がめっきや測定・解析の知識・ノウハウを社内に搬入したという事実が存在する。さらにプレス工程における「耐圧試験」やソフトウェアによる「流動解析」といった測定・解析のノウハウを獲得しながら、三次元測定機や画像測定機、微小硬さ試験機といったそれまで有していなかった測定機器を次々に導入していったのである。

品質保証部も人材が入れ替わりながら、3~4名規模まで急激な拡充がなされた。レーザー顕微鏡やX線検査や超音波測定なども駆使して、品質を保証するようになり、不良が発見された場合、迅速・円滑に設計部門や製造部門に測定・解析結果を顧客のニーズを付帯させるかたちでフィードバックするようになった。こうした測定・解析のノウハウを活用することで、自社技術を数値化・可視化し、その延長線上として、ドイツ企業からの受注も進展している。

#### 事例4. 株式会社クラフト（東京都西多摩郡）<sup>14)</sup>

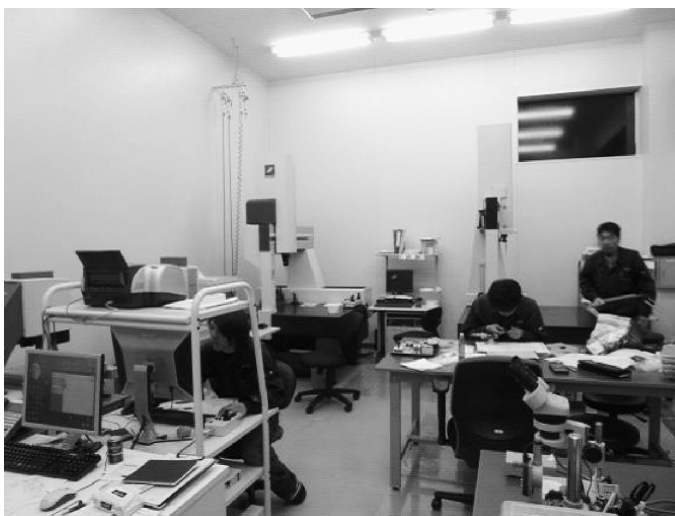
クラフト（従業員数本社64名、秋田工場24名、創業1989年）は金型製作および射出成形を手掛けている<sup>15)</sup>。創業者・現社長は元々、靴のデザイナーだったが、その一つとして金型製作にも知見を有していた。創業当初は電極の試作を手掛けていたが、早い段階で3Dモデリング・ソフトウェアや最新のマシニングセンタを製造現場に導入する。

こうした先駆的な設備投資が口コミで伝わることで<sup>16)</sup>、近隣の大手企業から3Dモデリン

図表 5 携帯電話部品の小規模量産も維持している



図表 6 品質管理部門を顧客とのコミュニケーションの場として捉えている



グによる試作の受注を獲得していった。1999年には金型製作を開始し<sup>17)</sup>、携帯電話用の試作金型や試作成形品も手掛けるようになった。現在では、高速高精度切削加工を得意としながら、試作金型から量産品レベルの試作成形品を大手電機企業や光学機器企業に提供している。また、西多摩郡の本社工場では現在でも、携帯電話の筐体の小規模量産を維持している。さらに、インドに現地法人を有し、日系大手企業や海外企業との取引関係も有している。

数多くの著名企業との取引関係を支えているのが、生産管理部門・品質管理部門（≒測定・解析部門）である。同社は大手光学機器企業との取引をきっかけに、三次元測定機などの設

備投資に傾注するようになった。その上で、「同じ条件で、同じモノを加工しているのに、なぜ、成形結果が異なるのか?」、「このような温度・湿度で加工するとこのように成形できる」、「その結果、この測定値の中に入る」といった知識を蓄積していったのである。こうした知識を活用することで、顧客が製品に込めている機能・意味を図面から独自に解釈し、最適な試作金型を提案したり、試作品の勘合確認までしたりするといったことを実現している。また、品質管理部門は必然的に顧客と接する時間が多い。そこで得た顧客の要望を製造部門に搬入するため、毎日1時間以上、両部門のミーティングが実施されている。以上より、同社で最も残業が多いのが品質管理部門の従業員とのことである。

#### 事例5. ジャスト株式会社（山形県上市市）<sup>18)</sup>

##### 同社概要

ジャストは山形県上市市に居を構えるめっき企業である（従業員数85名）。創業者は現社長（三代目）<sup>19)</sup>の祖母である。創業者は戦前、東京都内のめっき企業の経営者と結婚する。当該企業は神輿の部品やメダルのめっきを手掛けていて、創業者もそこでめっき技術を学んだ。ところが様々な事情で、故郷である山形に戻る。その際に、東京で知り合った知人とジャスト（旧 東亜メッキ工場）を創業した。創業時のメンバーには東京の著名な工学系の国立大学出身で、飛行機の設計を手掛けていた技術者（同社の初代専務）もいた。こうした人材が存在していたことが、ジャストの研究開発志向と工学系知識の導入の出発点となったと言えよう。

創業当初は、近隣に大手のミシン工場があり、ミシン部品のめっきを手掛けていた。その後、近隣に大手の電機企業E社の工場が進出する。同社も1966年からE社の受注を獲得、スピーカー部品のめっきを手掛けることになる。E社が主力の顧客となることで、事業を拡大、工場の新設や黒クロメート、ハンダを手掛けるなど設備も拡充していく。その一方で、売上の9割近くを一社に依存することにもなった。

ジャストがコア技術の一つである「ステンレスの部分めっき技術」の開発を始めたのは1984年のことである。ナット加工を手掛けている企業から、「ナットの内面部分に銀めっき処理を施してほしい」という依頼があった。当時、徐々にスピーカー部品の海外生産展開が進展、E社の主力サプライヤーだったジャストもそうした動向を強く認識していた。

初代社長・専務も今後の事業を考え、ステンレスの部分めっき技術の開発に傾注する。部分めっきに必要なのは、めっき槽の中で、「特定部分にのみ『通電』させる」ことを可能にする「ワークの置き方のアイデア」と「治具」である。初代専務は「なぜ、部分めっきができるのか/できないのか?」という問いを発しながら、固有のハニカム構造の治具を創り出すことで、部分めっき技術を開発した。当該技術は1992年に発明大賞、1993年に科学技術庁

## 中小製造業における「測定・解析」技術の導入プロセスと取引関係の変化

長官賞を受賞する。上述した技術開発と外部からの評価から、特に半導体製造設備関連（集積回路のガスのバルブ）の売上を拡大、業種転換を可能にしていた。リーマンショック前まで、売上のおよそ4割が半導体業界へのステンレスの部分めっきだったのである。

### 測定・解析技術の導入プロセス

ところが、日本の半導体産業の国際競争力の低下に連動して、ステンレスの部分めっき技術に関連した売上も徐々に減少してきた。こうした中で、次の事業の柱にしようとしているのが「ダイヤモンド特殊電着技術」である。1995年に、知り合いの工具企業から「金属表面にダイヤモンドをめっきで固着すること」を要望される。これはめっきとダイヤモンドの複合技術である。当該技術の開発を担ったのが、現常務取締役のF氏になる。F氏は山形大学工学部を卒業後、同社に入社、水の分析、めっき液の分析、品質管理、技術開発を担当してきた人材である。F氏はジャストにとって、初めての大学卒業者だったことを付記する。元々、同社には「電着が一体、どういうものか」という知識もなかった。しかし、F氏が山形県工業技術センターの知識も活用しながら、当該技術を実用化していく。その中で、蛍光X線微小部膜厚計や蛍光X線分析装置、倒立型金属顕微鏡といった設備を導入・活用、めっきの計測・測定に傾注する。

「より薄い被膜でより強固に電着するため、どのようにダイヤモンドの密着強度を上げるか」  
「ダイヤモンドの表面の濡れ性をどのように向上させるか」

といった課題を抽出したのである。そして、微細な計測・測定を踏まえ、

「電着しためっき膜が、2枚になって剥がれている」

といったことに気付く。この「気付き」がきっかけになり、ダイヤモンド特殊電着技術・複合めっきが開発された。F氏は当該プロセスを

「今まで培ってきためっきの技能・ノウハウと『科学』が結びつき、気付きが生じた」  
「見えないものが見えるようになった」

と表現している。また、めっきそれ自体の技術だけでなく、対象とする素材や専用の治具の開発に関わる様々な知識を獲得していく。その延長線上として、めっきで析出する金属を独自に解析するなど、めっき被膜の特性に、素材の品質特性を新たに付加していった。リーマンショック後、売上の5割を占める自動車関連の受注が半分に減少したり、韓国のライバル

図表7 ダイヤモンド電着：サンプル



図表8 自社技術に職人の“手”を介在させることも重視している



企業の出現により、部分めっきの需要も減少したりした。そうした中で、ダイヤモンド特殊電着技術・複合めっきを基盤に、医療機器など新分野用途開発を志向するようになった。現在、当該めっきは売上の1割を占め、さらに拡大中である。

現在では、大手企業の設計者が自発的に同社のHPにアクセスすることでコンタクトをとってくる。その上で、ジャストは新たな受注を獲得し、かつ科学的知識＝顧客との共通言語を踏まえ、技術提案も積極的に行っている<sup>20)</sup>。顧客の数は現在、2,000社に上る。

## 事例 6. 株式会社高橋型精（山形県山形市）<sup>21)</sup>

取材日時：2012年5月8日

主な事業：精密抜型の作製など

### 同社概要

高橋型精（従業員数38名）は1943年に創業、現社長の高橋光広氏で二代目である。同社の創業者は元々、地元で建具職の弟子入り修行を経た後、とある縁で大手電機企業の鋳物用の木型づくりを手掛けた。創業当初は山形県の機械部品等の鋳造用木型、さらにはダンボールなど梱包資材用、珍しいところでは和菓子の箱のための抜き型の製造を手掛けるようになった。

二代目の現社長は1969年に工業高校卒業後、埼玉県川口市の著名な木型・金型企業に修行に赴く。当時、当該企業は積極的な設備投資による近代的な木型・金型製作を志向していた。現社長がそうした木型・金型製作を早い段階で経験したことが、高橋型精における現在の技術のあり方につながっていく。例えば、1990年頃にレーザー加工機も導入したり、特許を数多く取得したりしている。

1980年代半ばに近隣に大手電機企業が量産工場を設立する。同社は当該企業と取引を開始、スピーカーの振動板や精密抜型づくりを手掛けるようになり、徐々に事業規模を拡大していく。また、創業当初から多様な顧客と取引していたため、常に新たな顧客の要望に対応し、自社技術の向上と取引の多角化を志向することが経営上の特徴だった。その中で、一度のプレスでフィルムを様々な形状に切り出せる精密な抜型（彫刻トムソン型）などを開発していった。こうした抜型は金型よりも各段に低コストで製造することが可能である。技術上・コスト上の優位性から、液晶テレビ用の光学フィルムの抜き型も手掛けるようになった。この背景には、「同業他社とのシェアの奪い合いはしないで、他社と異なることをする」という現社長の経営理念がある。

### 測定・解析技術の導入プロセス

高橋型精も取引先の海外生産展開などに直面していて、更なる技術の高付加価値化を志向する必要があった。その一つとして、現社長は

「2006年に中小企業基盤整備機構『中小企業・ベンチャー挑戦支援事業』を採択頂き、抜き型業界の潜在的な課題だった、プレス機械の圧力を数値化するシステム『平行度測定補正システム』の開発を手掛けた」

図表 9 高橋型精が誇るクリーンルーム



図表 10 抜き型



と述べている。この際、元 大手電機企業の工場長でもある G 氏を顧問として迎える。G 氏が「何をどれくらい測定・評価するか」といった知識・ノウハウを搬入することで、温度・湿度を完全に調整したうえで試抜の検査・測定をするためのクリーンルームの拡充などがなされていく。また、アクリル・脆性材料のプレス切断加工といった新技術も開発していく。当該技術により、太陽光パネルのバックシート抜き型加工や次世代通信機器の光学フィルムなど成長分野への参入が実現している。

## 事例 7. ニダック株式会社（茨城県高萩市）<sup>22)</sup>

### 同社概要

ニダックは遠心分離機や製紙機械の部品に関して、ステンレス・特殊合金の鋳造を手掛ける企業である（従業員数 148 名、1974 年設立）。400 種類以上の材料を用い、その取引先はおよそ 190 社で、売上全体の内、2 割を海外輸出が占める。創業と同時に、高額な分析機器や X 線分析装置への設備投資を実行するなど、研究開発および測定・解析部門の充実を明確に意識していた。現在でも、同社には従業員規模と比較して、数多くの検査・試験設備や研究設備が存在する。

### 測定・解析技術の導入プロセス

ニダックには前身となる企業が存在する（1949 年創業、1976 年廃業）。その創業者は元海軍の技術担当でドイツの鋳造技術なども学んだ人材だった。ニダックの創業者は当該企業の技術者である。また、現社長は二代目（実質 三代目）であることも付記する。ニダックは創業以来、茨城大学などの大学と産学連携・共同研究開発を推進し、日本鋳造工学会や日本金属学会の団体会員でもある。とくに 2005 年以降は自社の開発技術者を積極的に工学系大学の社会人博士課程に派遣させ、博士号の取得も奨励している（現在、2 名の博士号取得者が在籍）。こうした施策の背景として、同社は

「新しい理論や分析方法など、社内では学べない『学者の考え方』を知識として社内に搬入

図表 11 ニダックの鋳造現場





図表 12 研究開発・実験室：幾つもの実験機器・測定機器が並ぶ



図表 13 大学と連携して開発した金属材料の腐食の度合いを測定する装置



できる」

「そうした知識を基盤に、材料工学や熱力学から自社の鋳造プロセスを評価したり、ガンマ線、X線による放射線検査によって鋳造品の品質を解析したりしている。その結果、どのくらいの温度で、どのくらいの強度を得ることができるのか、を鋳造製品・材料ごとに明らかにしている」

と述べている。鋳造プロセスの中で人間の手に負えない部分を積極的に理論化・可視化する

中小製造業における「測定・解析」技術の導入プロセスと取引関係の変化

ことにより、精度の高い鋳造部品を安定的に創出する「再現性」を確立しているのである。加えて、同社は上述したかたちで獲得した測定・解析技術を基盤として、

「適宜、大学の力も借りながら、特殊な鋳造材料のデータを解析し、顧客に提供する」  
「その過程で、顧客が困っていることを認識・把握し、技術提案を実施していく」

といったことも推進している。まさに、測定・解析技術をコアにしながらか顧客とのコミュニケーションを進展させていっているのである。

#### 事例 8. 株式会社ベスト（岩手県北上市）<sup>23)</sup>

##### 同社概要

ベストは1998年1月に現社長が北上市の精密機器企業から同僚・部下と10名ほどで独立・創業した企業である。現社長の技術力が当時の顧客から高く評価されていた中での独立だった。現在の生産品目としては、時計などの精密機器部品や自動車部品、電子機器部品および金型設計・製作となっている。かつては大手電機企業と共同でハードディスクドライブやデジタルカメラに搭載する、より精密でコストダウンも実現できる六角ナットを開発したり、自動車メーカーと共同でカーナビ用のコントローラーを開発・製作したり、また、現在ではあるエンジン関連の精密部品の金型開発も手掛けている。

図表 14 ベストの製造現場



図表 15 H氏：プレス加工現場にて



図表 16 米国製の高精度な測定機器が並ぶ



### 測定・解析技術の導入プロセス

こうした高いパフォーマンスの背景には大学や外部の大手企業とのつながりがある。岩手大学工学部の博士課程を修了した中国人を採用したり、岩手大学工学部の修士課程の修了者2-3名を獲得したりしている。また、地域の大手自動車企業に従業員を派遣したり、岩手大学 金型・ casting 工学科に従業員を派遣したりといったこともしてきた。これは現社長が「例えば、『熱処理の具合を、色で見定める』といった職人の勘や経験に依存した技術だと理論的な裏付けがなく、再現性が無くなってしまう」と考えているからである。

## 中小製造業における「測定・解析」技術の導入プロセスと取引関係の変化

より具体的に見てみよう。H氏（岩手大学大学院の博士課程修了）は中国出身で国立研究所に勤務していたが日本に留学、学部・大学院と岩手大学で摩擦・摩耗の研究を専攻した。博士号取得後、H氏は岩手大学と産学連携・共同研究を行っていた会社に就職する。プレス加工部門に従事し、大学院で摩擦・摩耗の研究とともに習得した測定・解析技術を積極的に活用する。例えば、加工油はプレス加工にとって必要不可欠なものである。H氏は日々

「油の質・量によって、金型部品の摩耗の度合いが変化する≒金型の寿命が伸縮する」

「どのような油を使えば、金型の寿命を伸ばせるのか」

「油はどのくらいの量が最適なのか／一滴の油がどのくらい変化を与えるのか」

といったことを測定・解析し、より精度が高く、効率的な成形・加工に反映させているのである。

### 事例 9. 平和産業株式会社（千葉県船橋市）<sup>24)</sup>

#### 同社概要

平和産業（従業員数 150 名、売上 20 億円）は 1963 年に現会長によって創業された企業である。元々、工具類および工作機械の販売を手掛ける商社だった。しかし、顧客から「輸入品である工具を造ってほしい」、「工作機械を修理してほしい」といった要望が相次いだこと、また、「自社で取り扱っている工具を使えば、他社よりも安価に機械加工ができること」といった要因が相まって、成形・加工を手掛けるようになった。日本経済自体が拡大していたこともあり、治具の製作や部品加工など多くの受注を獲得、事業規模を拡大していく。1980 年代初めにはテレビのブラウン管用の精密金型製作も手掛けるようになった。

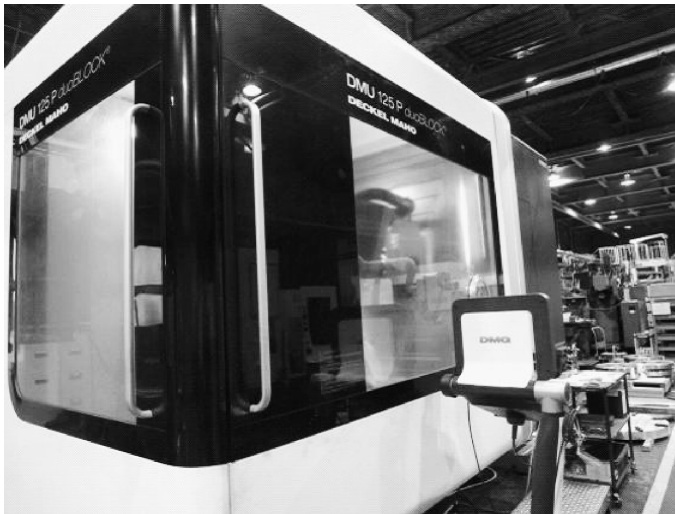
事業の質・量の拡大とともに、平和産業は設備投資、特に IT 関連の設備投資を積極的に推進してきた。ソフトウェアの導入は非常に早く、1970 年代から CAD/CAM を活用し、1983 年には倣い加工を 3DCAD/CAM に転換させるために CATIA も導入している。その際、製造現場に CATIA の使用を浸透させるために、CATIA の教育/コンサル・サービスを手掛けるグループ企業「ファソテック」も設立した。こうした経営姿勢が既存の顧客を介在させて口コミで伝わり、1990 年代初頭から航空機部品関連の案件を受注していく。当初は航空機のエンジン部品の加工が多かったが、徐々に航空機の機体の手掛けるようになる。

現社長は工学系の大学を卒業した後、神奈川県のある著名な金型企業、国内大手重工業企業の関連企業を経て、1991 年に平和産業に入社する。当時、同社はバブル崩壊の影響を強く受けていた。外販金型から航空機部品の量産に事業の軸足を移そうとしていた背景にはこうした経営環境の変化があった。社長は

図表 17 精密測定器



図表 18 切削工具も内製している



「金型企業が部品成形・量産を実行するにあたって、障壁の一つとなるのが適切な生産計画を設定し、それに則り投資を実施できるか否かである」

「そのためには、手掛ける部品の受注量などを正確に見通す必要がある」

「一方、航空機産業は需要予測がしやすく、そうした障壁を比較的、スムーズに乗り越えることができた」

と述べている。また、創業以来、取引関係の多角化に傾注してきたこともあり、多くの顧客

中小製造業における「測定・解析」技術の導入プロセスと取引関係の変化

から部品成形・量産に関わる知識・ノウハウを獲得できる素地もあった<sup>25)</sup>。

### 測定・解析技術の導入プロセス

順調に事業規模を拡大させてきた同社だがリーマンショックにより売上が4割減になったことなどをを受け、経営の転換を強く志向するようになる。その一つとして、自社技術を底上げするために2008年から戦略的基盤技術高度化支援事業など政府の補助事業を獲得するようになる。そこには現社長の

「切削加工のプロセスに対し、『なぜ、そうなるのだろうか?』という問いを設定、データ化し、理屈をつけて説明する」

「その上で、自社技術を高度化させていかなければいけない」

という想いがあった。その発露の一つとして、数年間で最新鋭の測定機器・装置を10台以上、導入していったという実績もある。この動きと歩みを同じくするように、平和産業では切削工具の内製<sup>26)</sup>も実現し、より精度の高い加工と低コスト化の両立を成し遂げている。また、現社長は東京農工大学の精密加工に関する研究室で博士号取得を企図するとともに、数年前から理工系の院卒の人材も獲得するようになっていく。現在、同社の顧客はおよそ100社、売上に占める割合は航空機4割、重電関連の開発・試作部品3割、その他の切削加工部品2.5割、金型が0.5割である。

### 事例 10. ミツエ・モールド・エンジニアリング株式会社（大阪府東大阪市）<sup>27)</sup>

#### 同社概要

ミツエ・モールド・エンジニアリングはガラス成形用などの各種金型の製造、ガラス製光学素子の試作および小ロット量産、各種エンジニアリングサービスなどを手掛けている。その前身となる三津江金型は1916年の創業当初から、ガラス成形用金型の製造を手掛けてきた。元々花器・食器や装飾用ガラス製品のための金型を手掛けていたが、1960年代半ばからブラウン管およびCRTディスプレイモニタガラス用の金型を製造し始めている。

当該金型は長らく事業の主軸を担っていた。ところが液晶テレビが普及するに従い、当該金型の受注量が減少していく。そのため、特にリーマンショック以降から部品成形、その中でも技術的な難度の高いレンズ成形まで視野に入れた新たな経営の方向性を模索するようになった。以上を踏まえ、要素技術、例えば、「型コーティング」や「型設計」の高度化を図っていったのである。同社は2010年に旧来の三津江金型からミツエ・モールド・エンジニアリングに、その事業母体を移行している。これも同社の変化を物語る象徴的な出来事だと言える。

### 測定・解析技術の導入プロセス

ガラスを素材とする精度の高い部品成形を手掛けるためには、ガラスの化学的な特性を踏まえなければいけない。これはガラス成形用の金型製作に関しても同様である。一方で、ガラスの成形は大手企業でも経験則に則ってなされることが多かった。たとえ解析・シミュレーションがなされても、当該データはそうした企業の中で秘匿されるのが常だった。このような状況の中に新たな市場を見出したのである。しかし、ミツエ・モールド・エンジニアリングはいわゆる中小企業であり、人的・金銭的な意味で経営資源に制約がある。そのため、3代目である現社長は戦略的基盤技術高度化支援事業など政府の補助事業を積極的に活用することにする。

現社長は大阪大学工学研究科の修士課程修了後、リクルートを経て、1995年に同社に入社した（1999年、社長就任<sup>28)</sup>。現社長は母校の機械工学関連の教官と共同で研究開発事業を推進していく。

こうしたプロセスの中で、現社長が

「今まで、10 $\mu$ 単位で考えていたモノづくりを0.1 $\mu$ 単位で考えるようになった」

と表現するような変化が生じた。その中で必要になったのが分析・評価技術とその延長線上にある成形プロセスの管理である。同社は大学の研究者とネットワークを構築することで、そうした技術を積み上げていった。例えば、近畿地方の公立大学の教員（専門：ガラスの物性の評価）とネットワークを有している。ガラスの成形はニッチ市場であることもあり、研究者の数も少ない。よって、そうした研究者とネットワークを有することが技術の差別化に直結するのである。より具体的には、レンズの素材となるガラスの物性や成形前の球面レンズから成形条件を設定、シミュレーションすることで、

「成形時の素材の温度分布や変形量」

を具体的な数値として見出す。そして、不良品が生じた場合、成形時の応力や熱分布を踏まえて、

「ガラスの変異点はどこになるのか」

「成形時にどの温度から冷却したのか」

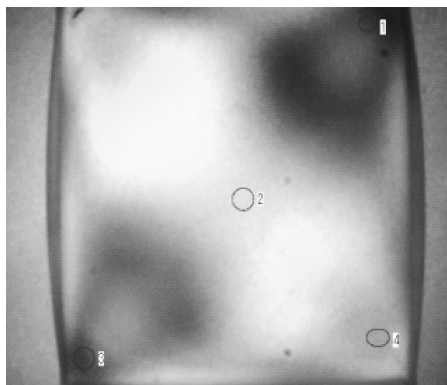
「レンズの屈折率がどのように分布しているのか」

といったことを解析する。また、金型製作に関しても、

図表 19 同社の分析・測定設備



レーザー顕微鏡：  
ラマンコーティングの変質・異物の分析  
出所：同社提供資料



デジタル歪測定機：  
レンズの歪（残留応力）を定量的に測定

「ガラスと金型の付着応力が〇〇〇ならば、すなわち、金型の表面が△△△な状態ならば成形結果が良好である」

など、金型の表面の粒度を定量的に把握しながら、独自の切削条件や研削条件から加工をしているのである。ミツエ・モールド・エンジニアリングではおよそ10年間をかけて、こうした能力を蓄積してきた。その過程で、従業員の大半が入れ替わっていて、現在では従業員全体の90%が入社5年未満である。

なお、ガラス製のレンズはえてして、光学ユニット全体のごく一部の高機能な箇所に使われる。ミツエ・モールド・エンジニアリングは精度要求が非常に高い、コアとなるガラス・レンズの成形に特化している。すなわち、同社の技術が当該レンズを用いるデバイス全体の「鍵」となっているのである。言い換えれば、関連する要素技術は、金型を介在させた市場・顧客とのコミュニケーションの中で高度化されている。現在、売上全体の内訳は旧来のガラス金型40%、超精密金型30%、レンズ成形30%と多角化している。

#### 4. 事例の解釈

図表 20 および図表 21 は測定・解析技術の導入プロセスに関する事例調査の結果を幾つかの観点から整理したものである。事例企業の多くが、経済環境の変化から顧客の海外展開を志向したことを測定・解析技術の導入のきっかけと回答している。また、事例企業は既存の主力顧客との取引関係が変化する中で、自社の事業継続を図るために、技術面での変化を企



図表 20 事例企業の分析・測定技術の導入プロセスにおける共通事項

事例No	社名	導入の契機	経営陣の属性	人材	外部組織	その他・公的プロジェクトなど
1	アート科学	大手企業の海外展開	—	大学院卒の工学系人材	様々な大学・公的機関と産学連携	—
2	板垣金属	顧客企業による海外生産・調達の展開	地元の工業高校出身	—	長岡技術科学大学との産学連携	NEDOの研究開発支援事業などに採択
3	大貫工業所	顧客の海外生産展開	—	大手電機企業の元技術者	茨城大学や茨城工業技術センターとの連携	公的研究支援事業への採択
4	クラフト	大手光学機器企業との取引開始	工学系技術者	—	—	—
5	ジャスト	既存事業の売上減少	創業時の経営陣に工学系技術者が存在	常務取締役：工学工学部出身	山形県工業技術センターと連携	—
6	高橋型精	取引先の海外生産展開に直面	経営者が設備投資、特許の取得に傾注	元大手電機企業の工場長	山形県工業技術センターと連携	中小企業基盤整備機構「中小企業・ベンチャー挑戦支援事業」に採択
7	ニダック	創業以来	創業者：元海軍の技術担当者でドイツの鋳造技術も学ぶ	開発技術者を工学系大学の社会人博士課程に派遣	大学と産学連携・共同研究開発日本鋳造工学会・日本金属学会の団体会員	—
8	平和産業	リーマンショック	工学部出身、事業承継後に博士課程入学	数年前から理工系の院卒人材を獲得	東京農工大学など	戦略的基盤技術高度化支援事業に採択
9	バスト	—	大手企業の技術者	工学系大学の院卒人材	岩手大学との連携	戦略的基盤技術高度化支援事業に採択
10	ミツエ・モールド・エンジニアリング	リーマンショック	工学系大学院卒	従業員の入れ替わり	大阪大学との連携など	戦略的基盤技術高度化支援事業に採択

注：「一」は事例調査の中で、当該企業に各項目に関する事実が見出せなかったことを示す。そのため、必ずしも当該企業が各項目を手掛けていないことを意味しない。以下、同様。

図表 21 事例企業における取引関係の変化

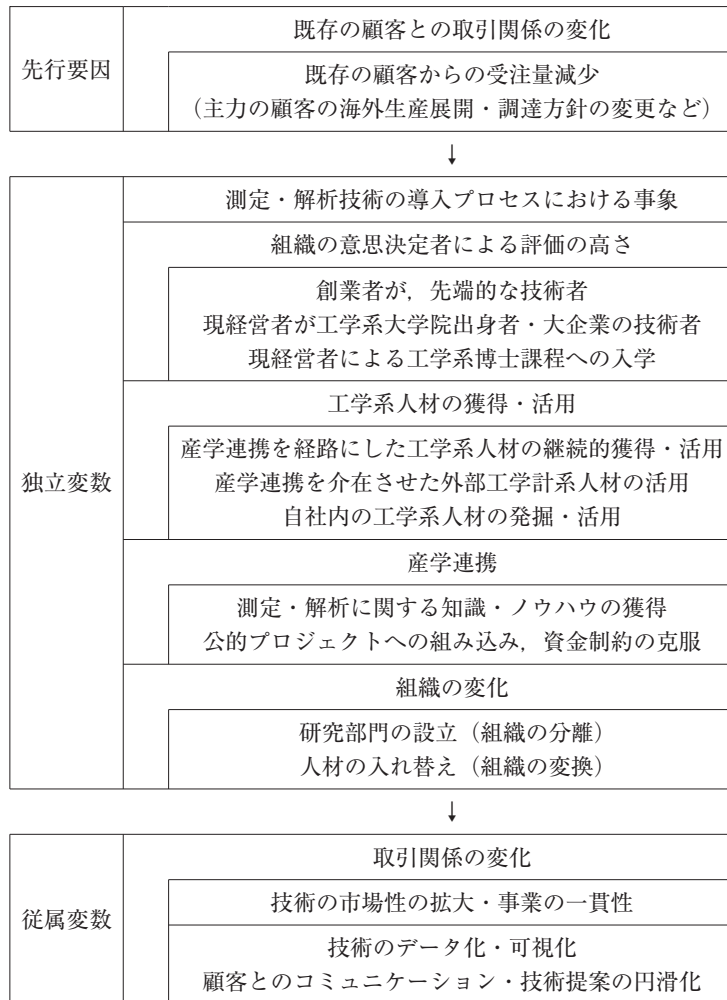
事例 No		事例企業における取引関係の現況
1	アート科学	国内の様々な大学・研究機関と取引
2	板垣金属	自動車部品や医療機器部品、航空機部品といった分野への参入
3	大貫工業所	ドイツからの受注獲得
4	クラフト	様々な大手電機関連企業との取引
5	ジャスト	ダイヤモンド特殊電着技術・複合めっきにより、医療機器など新分野用途開発を志向
6	高橋型精	太陽光パネルのバックシート抜き型加工や次世代通信機器の光学フィルムへの参入
7	ニダック	顧客への技術提案により、190社以上と取引
8	平和産業	およそ100社と取引。多様な業種に参入
9	ベスト	大手自動車企業との共同開発など
10	ミツエ・モールド・エンジニアリング	超精密金型、レンズ成形分野への参入

図したと言えよう。また、ニダックのように創業以来、測定・解析技術の導入に傾注してきた企業も存在する。これは同社の創業者が元々、海軍の技術者で、測定・解析技術に深い知識と理解があったからだろう。すなわち、測定・解析技術に対する「組織の意思決定者による評価」が創業当初から高かったとのだと言える。他の事例企業でも、現経営者が工学系大学院出身だったり、大企業の技術者だったりしている。また、そうした人材が事業を承継し、経営者となった事例も存在する（ミツエ・モールド・エンジニアリングなど）。例えば、平和産業では、測定・解析技術の導入プロセスの中で、経営者が博士課程に入学している。これは「組織の意思決定者による評価の高さ」を示す端的な事実だと言える。

加えて、事例企業における測定・解析技術の導入を支える人材である。事例企業は様々な方法で測定・解析技術の核となる工学系人材を自社に搬入している。測定・解析技術を導入する中で、継続的に工学系人材を獲得する（平和産業）。大企業のOB人材などを招聘する（大貫工業、高橋型精）。たまたま同社に在籍していた工学系人材を発見、活用する（ジャスト）。さらに産学連携をそうした人材の獲得経路として活用していたり（アート化学、ベスト）、もっと直接的に産学連携の中で工学系大学の学生を外部人材として活用していたりもする（板垣金属など）。

既存研究では、新たな知識を獲得する際に「組織の変化」がなされることも指摘されている。アート化学などが研究開発部門を立ち上げることで、組織の分離を行っている。ミツエ・モールド・エンジニアリングや大貫工業所の品質保証部のように、社内人材が入れ替わ

図表 22 国内中小製造業における測定・解析技術の導入プロセスと取引関係の変化：  
仮説の構築



る「組織の転換」といったことも生じている。これは従業員規模の少ない中小企業の場合、新たな組織の設立だけでなく、組織自体の変換も新たな知識の搬入に有用な方法だということを示唆している。また、事例企業の多くは大学や公的研究機関との産学連携から測定・解析技術につらなる知識を移入しているし、事例企業が政策的な支援スキームに組み込まれていることも多々ある。その中で、高価な測定機器・設備の導入に関する資金的な制約を克服しているとも解釈できる。

なお、こうした測定・解析技術の導入の結果、事例企業は海外企業を含む新規顧客獲得や新市場参入など取引面での変化も実現している（図表 22）。聞き取り調査の中では、「自社技術を詳細に測定・解析することで自社技術を具体的に数値化できる。これは自社と顧客との

間に共通言語が設定されることを意味するため、「コミュニケーションが円滑になる」という知見もあった。言い換えれば、当該企業の技術の市場性がより拡大した、とも捉えることができるだろう。加えて、事例企業は既存の成形・加工技術の高度化のために測定・解析技術を搬入している。また、顧客に対する部品・一部の製品の供給といった事業内容は固定され、本質的な変化は生じていない。よって、既存研究で指摘された新たな知識の円滑な獲得・活用における「過去の事業や市場との継続性」は留保されていると言えよう。以上の探索的な研究を踏まえ、中小製造業における測定・解析技術の導入と取引関係の変化に図表 22 のような関係・仮説的枠組みを見出すことができる。

## 5. 結論と残された課題

本論では、中小製造業の経営における技術面・取引面の変化を相互に関連付けながら、事例調査を基盤とした探索的研究を実施した。その際、測定・解析技術の導入を視座として、仮説としての分析枠組を構築した。より具体的には、国内中小製造業は「既存顧客との取引縮小」という先行要因に対して、測定・解析技術の導入を独立変数としながら、「新規顧客獲得」や「新市場参入」といった従属変数を導出していった、という仮説・分析枠組を提示した。

そして、測定・解析技術の導入プロセスの中で、「組織の意思決定者による高い評価」、「人材の獲得」、「産学連携」、「組織の分離・転換」、「政策的な支援スキームへの組み込み」といった事象が生じているのである。例えば、ある企業は「顧客企業との密接な関係がなくなり、技術を蓄積しにくくなった。そのため、大学が技術獲得の窓口になっている」と述べている。すなわち、既存の取引関係が変化することで、幾つかの中小製造業は知識・技術の搬入源を主力の顧客から大学に移しているのである。特に、大学や公的研究機関が得意とする測定・解析技術の分野ではその傾向が顕著だと言えよう。また、事例企業は工学系人材の活用に関して、自社内にいた工学系人材の掘り起こしや大企業 OB や外部人材の獲得・活用、産学連携を媒介にした人材獲得といった様々な施策を展開している。近年、政策的に大学院が拡充され、修士・博士課程で学ぶ人材の数が拡大したことも、中小製造業に工学系人材が流入している要因となっているだろう。さらに、当該企業が戦略的基盤技術高度化支援事業などに組み込まれることも、測定・解析技術の導入に正の影響を与えていると言える。こうした知見は既存の中小企業経営論に対する有用な貢献だと言える。

なお、本論で構築された仮説を検証するためにはよりサンプル数を増やした上での定性・定量分析が必要になる。また、経営者の属性や人材、産学連携、政策支援など個々の要因が測定・解析技術の導入にどのようにつながったか、より具体的に解明する必要がある。また、測定・解析技術が新規顧客の獲得にどのように結合したか、すなわち、技術の市場性がどの

ように伸長したのか、より具体的に解明する必要もあるだろう。これらの点は本論の残された課題としたい。

#### 注

- 1) 本研究は、2012年度の東京経済大学個人研究助成費（研究番号12-33）を受けた研究成果の一部である。
- 2) 筆者は聞き取り調査の中で、中小製造業の経営者から「（顧客である大手企業に）金型や鋳造の現場を見たことがない設計者や購買担当者が多数、存在する」、「顧客企業との密接な関係がなくなり、技術を蓄積しにくくなった。そのため、大学が技術獲得の窓口になっている」といったコメントを得ている。
- 3) Polanyi (1966) 参照
- 4) 額田〔1998〕, p.52 参照。
- 5) 山本〔2012-a〕参照。
- 6) 山本〔2012-a〕参照。
- 7) 山本〔2012-d〕から抜粋・修正。
- 8) 最初期は、「犬猫用のジェットバス」などを大学・近隣の企業で共同開発した。
- 9) この発色技術はメスや鉗子といった医療機器を始めとする様々な受注につながっている。
- 10) そのため、同社では定期的に機械をばらし、検査している。
- 11) 現社長はこれを「冷たい部品が柔らかくなる」と表現している。
- 12) 山本〔2012-c〕から抜粋。
- 13) 同社の売上はおよそ9億円。主力の顧客は6~7社だが、A社向けの受注が全体のおよそ7~8割に上る。
- 14) 山本〔2012-c〕から抜粋・修正。
- 15) 試作企業の技術者だった現常務取締役など創業時は5名だった。
- 16) こうした設備の存在により、「潜在的な顧客の設計技術者が容易に会ってくれた」とのことである。
- 17) 同社によれば、「3Dモデリングにより、素材から試作品を掘り出すこと」と「金型で成形すること」は表裏一体の関係にあり、本質的には同じとのことである。
- 18) 山本〔2012-e〕から抜粋・修正。
- 19) 現社長（38歳）は北海道の私立大学を卒業した後、電子部品企業や薬品メーカーを経て、同社に入社している。
- 20) 設計者は「部品全体に8 $\mu$ 以上のめっきをしてほしい」と要求してくる。それに対し、「なぜ、めっきが必要なのか」、「ある部分を錆ないようにするためにめっきが必要だ」と顧客の要望の本質を分析する。そして、「この部分に3 $\mu$ のめっきでよい」と顧客に提案している。
- 21) 山本〔2012-e〕から抜粋・修正。
- 22) 山本〔2012-d〕から抜粋・修正。
- 23) 山本〔2012-b〕から抜粋・修正。
- 24) 山本〔2012-a〕から抜粋・修正。
- 25) 加えて、平和産業は小惑星探査機「はやぶさ」の部品加工も手掛けていたことを付記する。
- 26) 半年から1年ほどの短期間で切削工具の内製化を成し遂げたとのことである。

- 27) 山本〔2012-a〕から抜粋・修正。  
28) 本人は「在学中はあまり学問に熱心ではなかった」と述べているが、相応の理工学系の素養を有した人材だと言えよう。

#### 参 考 文 献

- 一小路武安〔2011〕「組織における新技術受容指向性の要因―日中アニメーション産業比較から」  
MMRC ディスカッションペーパー 344
- 鶴飼信一〔1991〕「中小機械工業におけるコア技術の進化とその跋行性」『商工金融』Vol. 41, No 1
- 久保田典男〔2010〕「中小部品製造業者における戦略的な技術構築。―中小金属プレス業者のケース  
スタディー」『日本政策公庫論集』第6号
- 額田春華〔1998〕「第3章 産業集積における分業の柔軟さ」伊丹敬之・松島茂・橘川武郎『産業集  
積の本質』有斐閣
- 弘中史子〔2007〕『中小企業の技術マネジメント』中央経済社
- Polanyi, M. (1966), *The Tacit Dimension*, Routledge & Kegan Paul Ltd. (佐藤敬三訳 (1980)『暗黙  
知の次元』, 紀伊國屋書店)
- 山本聡〔2012-a〕『金型企業の5年後を創造するための基礎資料』(社)日本金型工業会
- 山本聡〔2012-b〕「第4回 高度人材が測定・解析能力の基盤になる」『産学官連携ジャーナル』2012  
年10月号
- 山本聡〔2012-c〕「第3回 測定・解析部門は顧客とのコミュニケーションの場」『産学官連携ジャー  
ナル』2012年9月号
- 山本聡〔2012-d〕「第2回 産学連携が測定・解析能力をもたらす」『産学官連携ジャーナル』2012年  
8月号
- 山本聡〔2012-e〕「第1回 測定・解析がものづくり技術を進化させる」『産学官連携ジャーナル』  
2012年7月号
- 山本聡〔2012-f〕「第4章 国内中小部品企業における取引関係の国際化」額田春華・山本聡編『中小  
企業の国際化戦略』同友館。
- 山本聡〔2011〕「『人材』から見た国内素材材企業における営業能力の形成と取引関係の変化」『日本  
中小企業学会論集』第30号 同友館
- 山本聡 (2010)「サプライヤー企業のネットワークと取引関係の変化」『日本中小企業学会論集』第  
29号 同友館
- Walker, J. (1978). "Linking Human Resource Planning and Strategic Plannning", *Human Resource  
Planning*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-18

—2012年11月1日受領—