

金型企業の5年後を創造する 基礎資料報告書

—目次—

序章 : 本報告書の目的と提言.....	2
第1章: データから見る国内金型産業の現状.....	7
第2章: 営業能力・アジア金型産業に対する競争能力構築の必要性.....	13
第3章: 国内の金型づくりにおける科学的手法の導入: 事例分析.....	26
第4章: 国内における金型づくりの知的資産.....	107

平成24年度
社団法人日本金型工業会
金型業界緊急対策事業

東京経済大学 経営学部

専任講師 山本聡

序章:本基礎資料報告書の目的と提言:営業能力、競争能力、科学的手法

本報告書では国内金型産業の実態調査を踏まえて、特に「今後の国内における金型企業の経営と金型づくり」の方向性を提示することを目的とする。国内金型産業は日本経済の低迷とそれに伴う自動車などユーザー産業の海外生産・海外調達の推進、また競争相手であるアジア企業の発展から、全体として苦境に陥っている。こうした中で、日本の金型企業が今後、

「どのように事業継続を成し遂げていくか？」

「その基盤となる企業経営と金型づくりをどのように捉えていくべきなのか？」

といった問いに対して、詳細な実態調査を通じて、回答していくことが本報告書を貫く問題意識となる。以下に、本基礎資料報告書の概要とそこから導き出された提言を示す。

第 1 章では、既存の統計データを活用しながら、日本の金型産業がリーマンショック以降の低迷傾向を継続していることを示す。その背景として、まず、韓国や中国を始めとするアジアの金型産業の躍進が挙げられる。為替レートの影響も勘案する必要があるが、2011 年には中国の金型輸出金額が日本を猛迫している。また、いわゆる貿易特化係数（貿易黒字の割合）では日本はずっと韓国の後塵を押し続けている。金銭的な観点からだけ見れば、日本の金型産業は量・質ともに既に世界一の座が揺らぎつつあるのが実情だと言えよう。

一方、自動車や電機など国内ユーザー産業の動向も国内金型産業の低迷の大きな要因となっている。金型は典型的な生産財・中間財の産業である。そのため、金型企業の経営パフォーマンスはユーザー産業の経営動向に大きな影響を受ける。日本の金型産業の売上の大半は自動車、次いで電機産業に依拠している。しかし、リーマンショックを契機として、自動車・自動車部品、電機製品・電機部品の生産規模・輸出金額は一部の例外を除いて、全て減少傾向にある。加えて、ユーザー企業は全体として、海外展開を加速させているのが現状だと言えよう。

上述した経営環境の変化によって、金型企業の経営に営業能力やアジア金型企業との競争能力など新たな力が必要になっている、というのが第 2 章の問いかけである。第 2 章では、金型企業における営業能力とはそもそも何か、次世代産業参入や海外市場参入など、アジアの金型産業に対する競争能力をどのように構築するか、といったことに対し、豊富な事例から回答している。さらに、国内における「金型づくり」に質的な変化も惹起させる必要があるのではないか？というのが本報告書の第 3 章の問いかけになる。一般的に、金型は生産技術の塊とされている。これは、金型を製作するには設計、金型素材の鋳造、

金型部品の切削加工、研削加工、放電加工、仕上げ、組立・調整と数多くの生産技術を投入する必要がある、ということを意味する。

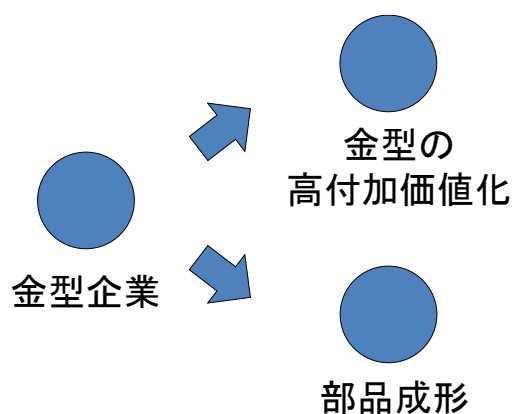
金型を製作するために多様な生産技術が必要ということは、言い換えれば、金型製作の技術全体のレベルアップにより多くの時間とコストがかかる、ということである。プレス企業や鋳造企業、ダイカスト企業、表面処理企業、切削加工企業といったいわゆる素形材企業は特定の生産技術・工程に特化した企業が多い。一方、金型産業は行政上の区分は素形在産業に分類されるものの、トータルの技術で一品モノの装置を製造する企業といった色彩が強い。金型企業における技術上の特徴の一つがここに存在するのである。

なお、金型企業の多くは特定の顧客・業種との安定的・固定的な取引関係の中で、自社事業を操業していた。そこで、新たな技術につながる気付きや顧客企業からの技術移転が生じながら、技術の向上を果たしてきた。しかし、グローバル競争の激化により、そうした安定的・固定的な取引関係は崩れつつある。顧客企業の調達方針は大きく変更し、「短納期」や「低コスト」が優先されるようになった。また、金型企業が相対する顧客企業側の人材も「技術者から、技術が不得手な購買担当者に代わった」と言われることが多い。加えて、幾つかの金型企業からは

「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」

など、顧客企業の社内から生産技術の深い蓄積が失われていることを示唆するコメントも得ている。上述した金型の財としての特性と経営環境の変化が、国内金型企業における今後の金型づくりの方向性に大きな影響を与えていると言えるだろう。本報告書では、その方向性として、金型づくりの高付加価値化と部品成形の展開の二つを提示している。

図表 1.国内金型産業における二つの方向性

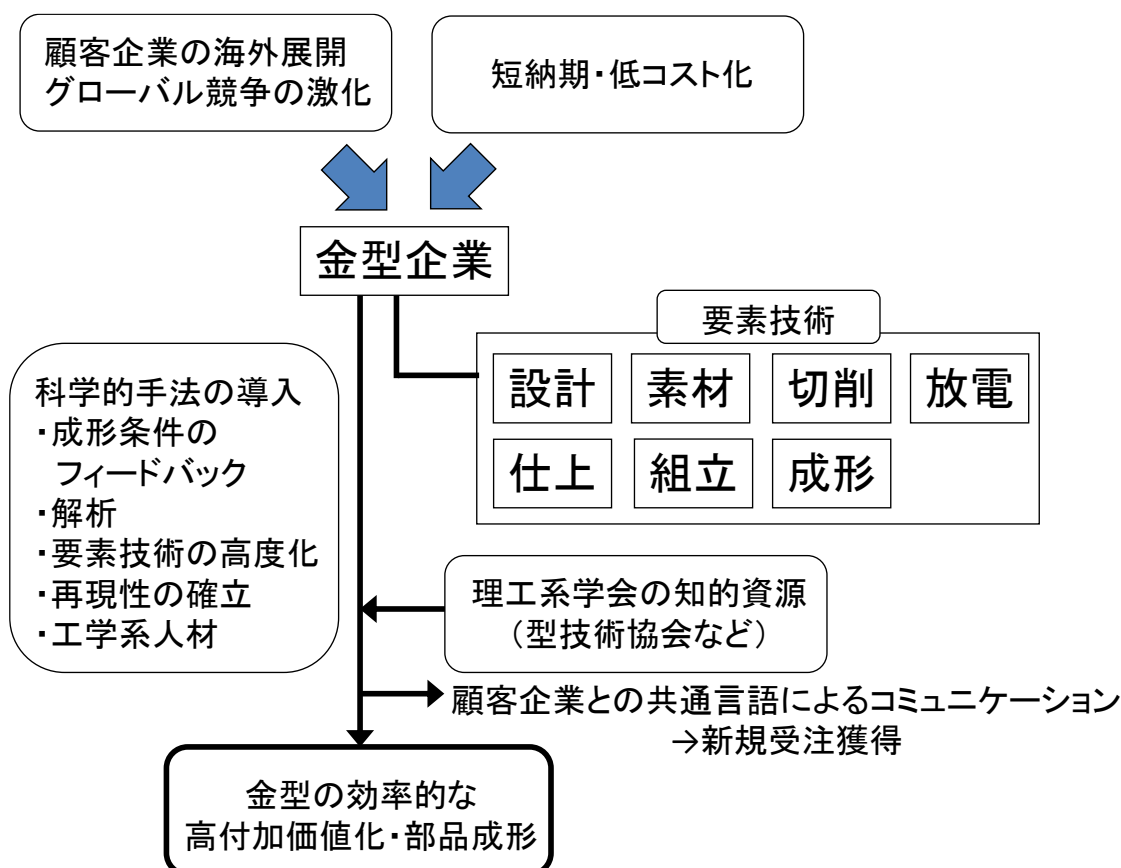


一方で、幾つかの高付加価値な金型、例えばレンズ成形用の金型に要求される精度や機能は非常に高いものとなっている。ナノ・レベルの精度が要求されることも珍しくない。また、専門金型企業が「部品成形まで手掛ける」といったことを考えてみよう。自社で製作した金型を使って、プレス成形や射出成形する場合、また、金型製作の要素技術である切削加工などで部品加工する場合も、個々の技術を深堀し、さらに

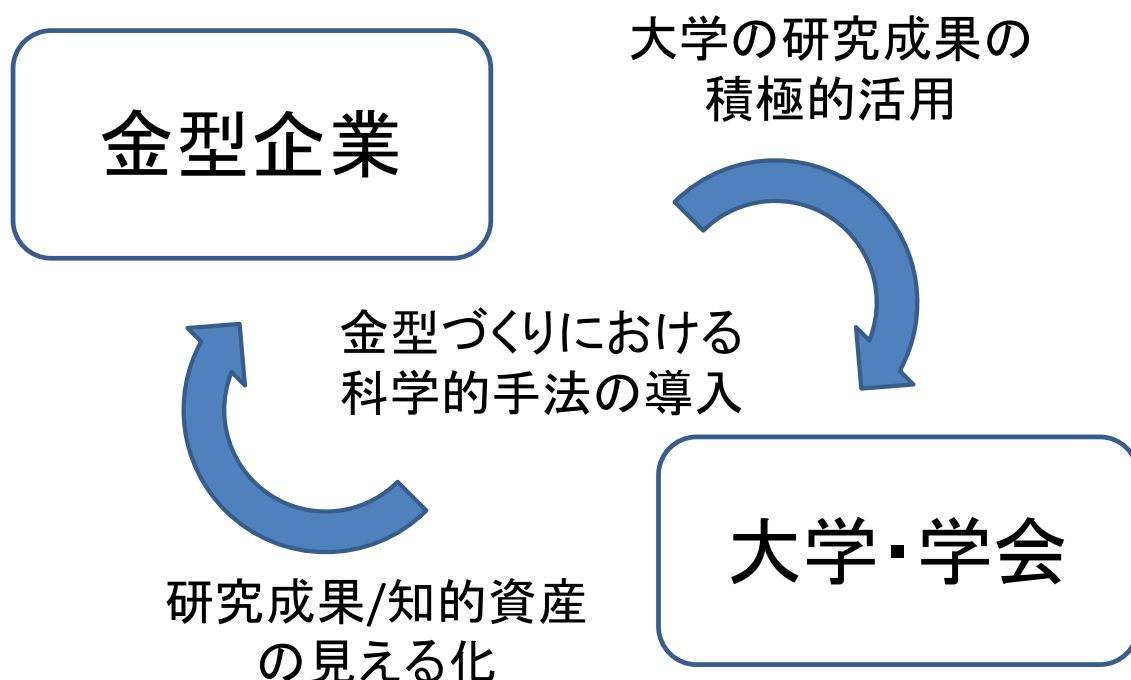
「このように加工すると、このように成形できた」

といった「因果関係の特定」が重要になってくる。より具体的に言えば、設備機械、素材、工具、温度といった成形・加工条件を一つ一つ設定しながら、実際の加工を繰り返すことで、理想とする成形結果とそれにつながる最適な加工方法・条件を導出することが重要になるのである。こうした一連のプロセスを辿った場合、個々の技術の向上に付帯して、いつ何時でも同様の成形結果が得られるという「再現性の確立」も生じることになる。加えて、そこには基準が必要になってくる。

図表 2.国内金型産業における経営環境の変化と金型づくりの方向性



図表 3.金型づくりへの科学的手法の導入に必要なこと:効率的な高付加価値化



そうすると、「解析」や「測定」に関する高い技術・設備も不可欠になっていく。例えば、ナノ・レベルの精度が求められるレンズ用金型づくりの世界を見てみよう。そうした世界になると「職人が指で触って、精度や表面の粒度を確認する」といったことは全く不可能になる。言葉を変えれば、計測のスケールが全く異なってしまう、ということなのである。レンズの付加価値を構成するのはその形状と屈折率である。先端的なレンズの場合、形状の精度は数十ナノといった値になってしまう。この段階になると、直接的には金型の形状の良し悪しを評価できない。そのため、金型表面にレーザーを照射し、反射した光の3次元的な強度分布を測定することで、その光散乱特性から金型の表面粒度などの表面性状を評価する、といった手法を用いることになる。以上より、成形・加工技術というのはそのレベルが高くなればなるほど見えなくなる。そのため、「成形・加工のレベル＝測定、計測、解析のレベル」といった等式が成立するようになるのである。

なお、「因果関係の特定」や「測定、計測、解析」、それによる「再現性の確立」は「科学的手法（＝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・計測し、結果を得る、といったプロセスを反復していくこと）」そのものである。本章では様々なかたちで、科学的手法を金型づくりに導入している企業の事例を紹介していく。その上で、国内の金型づくりが変化していること、そして、金型が「サイエンスの箱」とでも言うべき存在になりつつあることを示していく。こうした傾向を傍証するものとして、ある金型企業経営者の

「金型はサイエンスの塊として、捉えることができる」

「一方、顧客企業との密接な関係がなくなって、技術を蓄積しにくくなった。そのため、アカデミックが技術獲得の間口になっている」

というコメントを紹介したい。

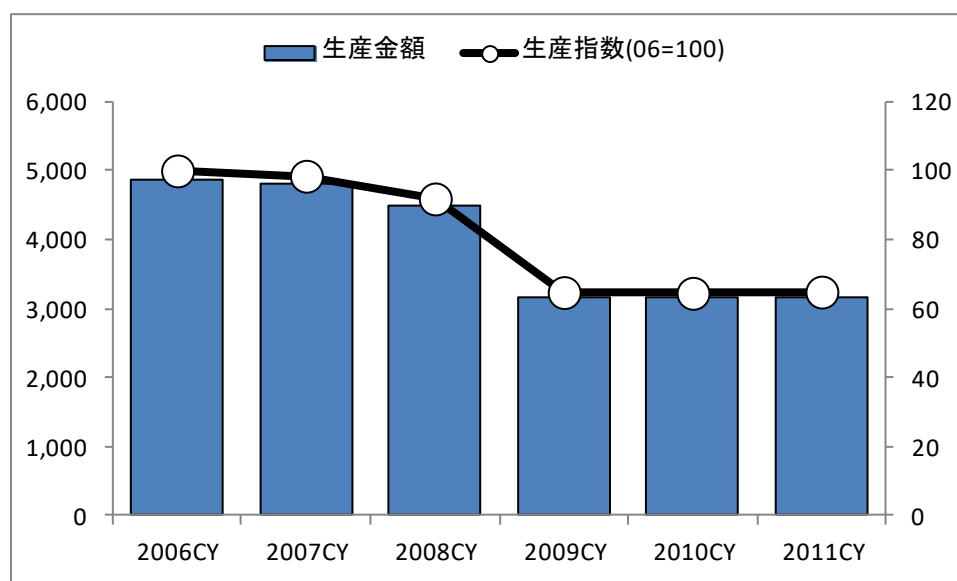
また、科学的手法/アカデミックな手法を最も得意とするところは大学である。第 3 章の事例からは、幾つかの金型企業は積極的に大学とそこに蓄積された知的資源を活用することで、金型づくりに科学的手法を導入していることが示されている。以上を踏まえ、第 4 章では国内の大学が有する金型関連の知的資源を分類・整理し、提示している。この調査からは、「金型」という言葉が世間的な認知を得たこともあり、2000 年代初頭以降、様々な大学で金型づくりに関連づけられた研究が実施されていることが示されている。しかし、こうした大学での研究成果が国内金型産業に十分に移転されているとか言うと、必ずしもそうではないのが現状である。金型づくりにおける科学的手法の重要性が高まる中で、国内金型企業は日本全体に幅広く蓄積された研究成果を強く受容していくことが求められる。大学・学会側も自分たちが有する金型関連の研究成果の「見える化」を図っていくことが重要なのだと言えよう。

第1章:データから見る国内金型産業の現状

金型産業の動向

第1章では統計データを活用して、国内金型産業およびユーザー産業の現状を見ていこう。まず、図表4では国内金型産業の生産動向を示している。国内金型産業の生産規模は2009年から2011年の3年間、2006年比でおよそ▲35%の水準を推移している。また、輸出金額自体は若干だが伸長しつつある(図表5)。しかし、2011年、輸出金額では中国¹に猛迫されていることがわかる。図表6では2009年=100として、日本、中国、韓国、タイの金型の輸出動向を指数化している。すると、日本の輸出金額の伸長率は中国および韓国に比べて、低いことがわかるのである。さらに、図表7では貿易特化係数²を用いて、上述した4ヶ国の金型産業の国際競争力を示している。すると、日本は貿易特化係数で韓国の後塵を拝していることがわかる。以上から、金銭的な観点からだけ見れば、日本の金型産業は量・質ともに既に世界一の座が揺らいでいる、といった状況が現出しているのである。

図表4.国内金型産業の生産動向(単位:億円)

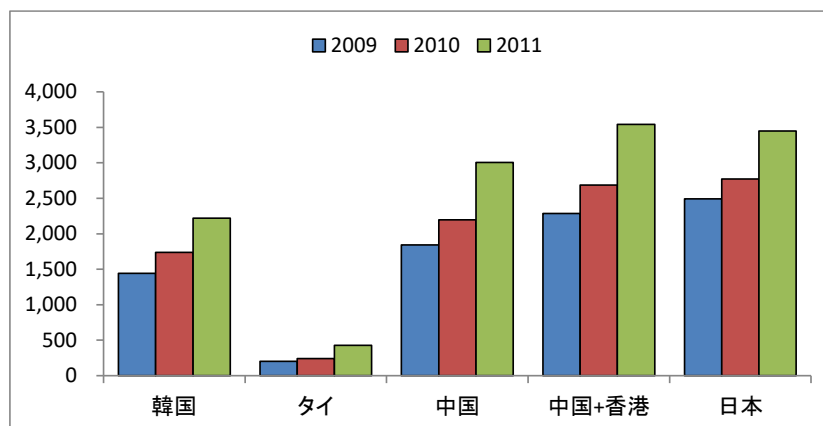


出所：経済産業省『機械統計年報』

¹ 中国の輸出金額に関しては、「中国で生産、香港経由で輸出」する金型が存在することも考慮し、中国単独、中国+香港の二種類の値を併記している。

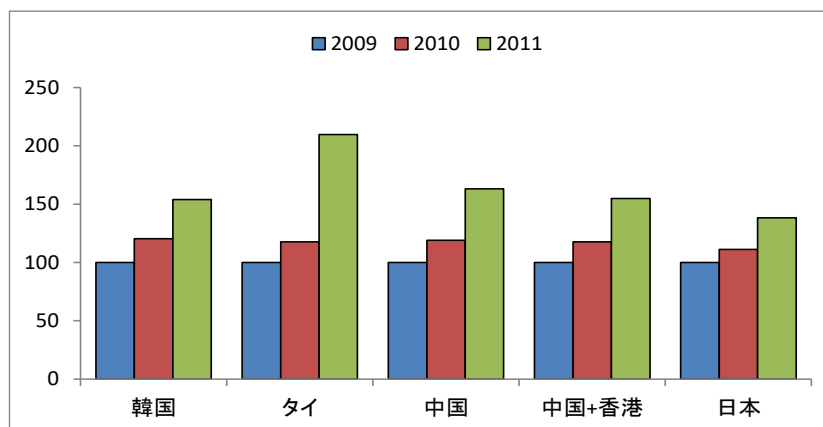
² 国際競争力の指標の一つ。(輸出金額－輸入金額) / (輸出金額＋輸入金額) で計算される。値が1に近いほど国際競争力(輸出競争力)が高く、0に近いほど低いとされる。なお、これはあくまで輸出入の金額を基にした金額面でも競争力の指数である。そのため、品質面での競争力が全て反映されているわけではないことに注意する必要がある。

図表 5.各国金型産業の輸出動向(単位:億円)



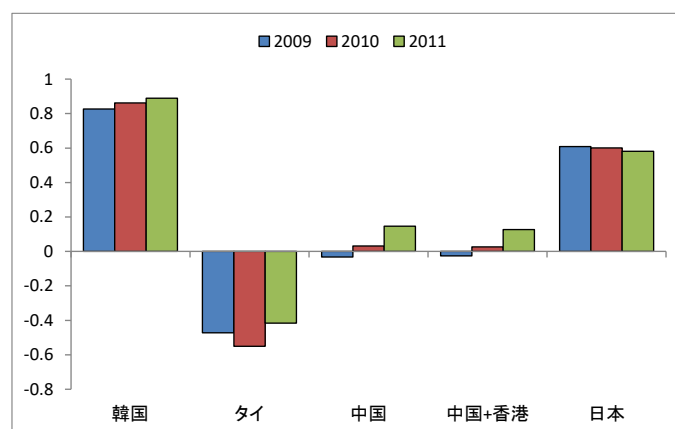
出所：貿易統計

図表 6.各国金型産業の輸出指数(2009=100)



出所：貿易統計

図表 7.各国金型産業の貿易特化係数

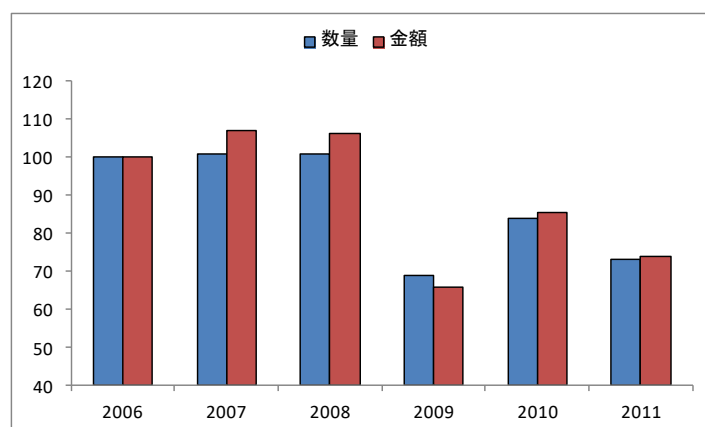


出所：貿易統計

ユーザー産業の動向①:自動車産業

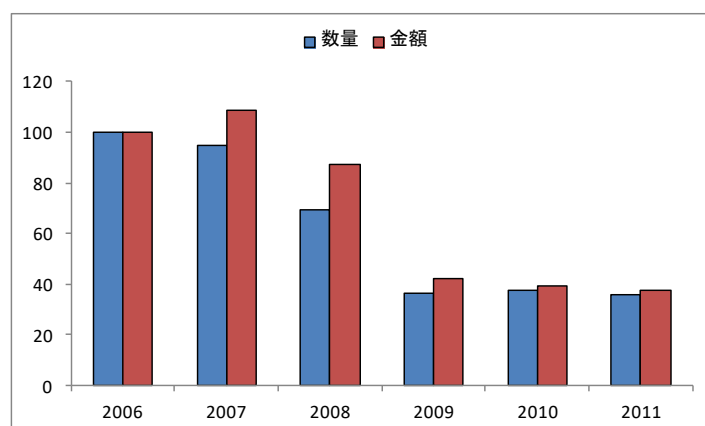
次に国内金型産業の顧客・ユーザー産業の動向を見ていこう。国内金型産業は売上の多くを自動車産業、次いで電機産業に依拠している。そのため、ここでは自動車産業と電機産業の動向を見ていきたい。図表 8 は四輪・完成車の生産台数（数量）と生産金額の動向を、2006=100 として示したものである。同図表より、国内で生産される自動車の数および金額がこの 5 年間で 3 割近く減少していることがわかる。同様に、図表 9 は二輪の完成車の生産台数（数量）と生産金額の動向を、2006=100 として示したものである。二輪車の生産規模は四輪車以上に落ち込んでいて、およそ 7 割減になっていることが見て取れる。

図表 8.四輪・完成車の生産動向(2006=100)



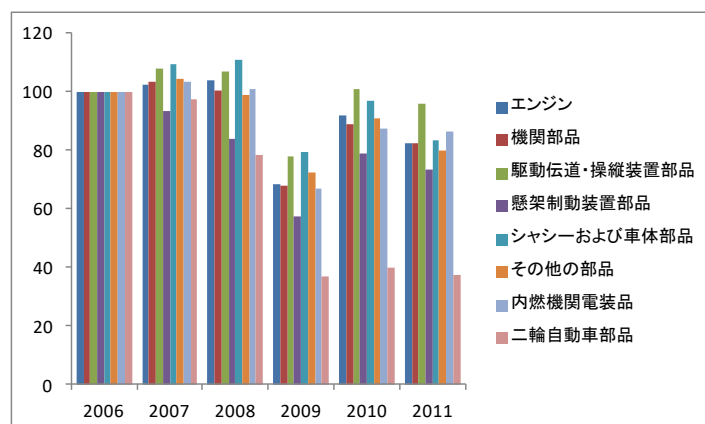
出所：経済産業省『機械統計年報』

図表 9.二輪・完成車の生産動向(2006=100)



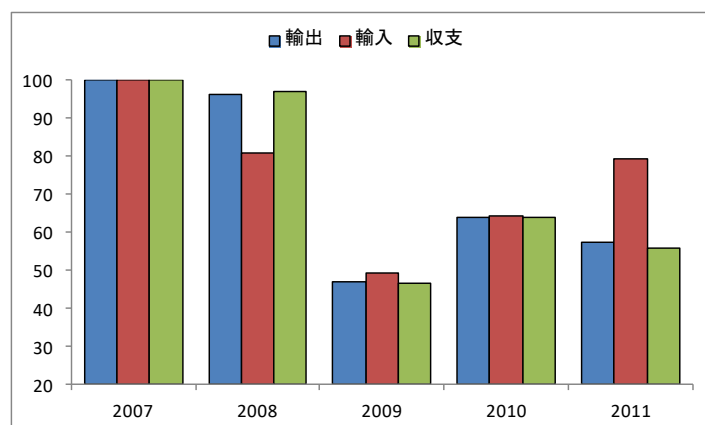
出所：経済産業省『機械統計年報』

図表 10.自動車部品の生産指数(2006=100)



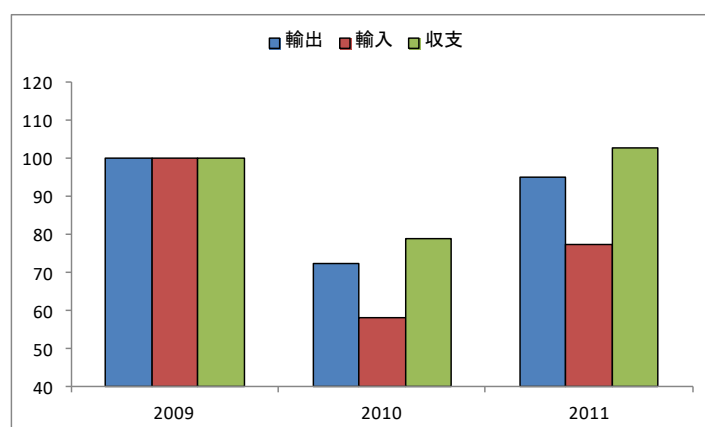
出所：経済産業省『機械統計年報』

図表 11.自動車・完成車の輸出指数(2007=100)



出所：貿易統計

図表 12.自動車部品の輸出入指数(2009=100)



出所：貿易統計

次に自動車部品の動向を見てみよう。図表 10 は自動車部品の代表的な分類をもとに、その生産動向を 2006=100 として示したものである。部品の種類ごとに濃淡はあるものの、全体として 2009 年に大きく生産規模が減少、その後、若干の回復を示している。しかし、大半の分野で 2 割ほど生産規模が縮小している。

最後に、自動車・完成車と自動車部品の輸出動向を 2007=100 として、見てみよう。完成車の輸出金額は 2009 年に半分以下までに落ち込み、その後も東日本大震災の影響から輸出金額・貿易収支ともに往時の半分ほどになっている。自動車部品の輸出金額もリーマンショックが起きた 2009 年以降、低位で推移してしまっている。

ユーザー産業の動向②:電機産業

さて、国内金型産業にとって、もう一つの巨大なユーザー産業である電機産業はどのように推移しているだろうか。図表 13 では民生用電子機械器具（テレビ、DVD ビデオ、ビデオ・カメラ、デジタル・カメラ、ホームオーディオ、カーナビ、補聴器）および電子部品に関して、2009=100 として生産動向の推移を示している。カーナビなどの例外を除き、電子機械器具は生産規模が激減しているのが明瞭に理解できるだろう。これは電子部品の分野でも同様で、2011 年の生産規模は 2006 年と比較して、およそ 3 分の 2 になっているのである。さらに図表 14 ではテレビ、ビデオ/デジタル・カメラ、電子部品の輸出入動向と貿易収支の推移を 2007=100 として示している。特にテレビのパフォーマンスが悪く、貿易赤字を拡大させていることがわかる。それ以外にも、ビデオ/デジタル・カメラ、電子部品の輸出金額や貿易収支が 3~4 割から半減していることわかるだろう。

図表 13.電機産業の生産指数(2009=100)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
民生用電子機械器具	125.4	122.6	124.6	100	86.1	56.7
テレビ	-	-	-	100	123.5	60.7
DVDビデオ	86.3	72.5	121.3	100	89.8	45.2
ビデオカメラ・放送用除く	300.4	251.4	188.3	100	29.0	14.8
デジタル・カメラ	137.9	124.0	133.2	100	59.7	54.0
ホームオーディオ	820.3	574.3	302.3	100	10.3	11.4
カーオーディオ	309.2	279.8	222.4	100	43.7	41.7
カーナビ	103.7	109.6	112.9	100	114.2	96.9
補聴器	125.2	77.1	114.5	100	85.1	80.0
電子部品	152.5	158.4	140.1	100	119.8	106.7

出所：経済産業省『機械統計年報』

図表 14.電機産業の輸出入指数(2007=100)

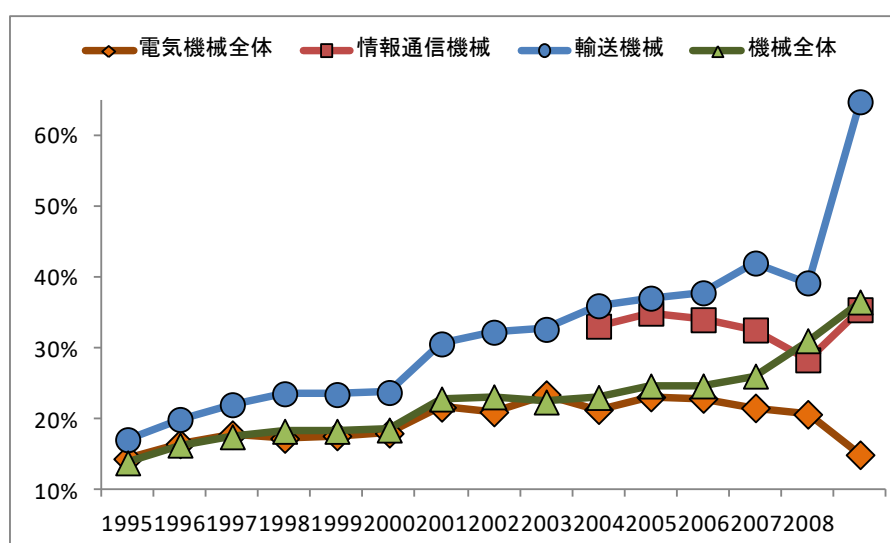
		2007	2008	2009	2010	2011
テレビ	輸出	100	71.3	23.4	22.6	17.0
	輸入	100	108.7	186.1	489.2	457.5
	収支	100	-81.3	-639.9	-1880.0	-1779.8
ビデオ/デジタル・カメラ	輸出	100	92.6	59.9	58.6	48.6
	輸入	100	90.3	71.1	82.5	74.1
	収支	100	93.0	58.2	54.8	44.6
電子部品	輸出	100	88.1	62.4	73.0	63.6
	輸入	100	90.2	60.1	62.5	52.6
	収支	100	86.7	63.9	80.1	71.1

出所：貿易統計

ユーザー産業の動向③:製造業の海外生産展開

以上を踏まえ、国内ユーザー産業の海外生産展開の現況を見てみよう（図表 15）。データ上の制約から 2009 年までの値だが、特に自動車が大半を占める輸送機械産業で 2008 年以降、海外生産展開（および国内生産の縮小）が進展していることがわかる。東日本大震災を経て、大手機械製造企業の海外生産展開はより進展していくと考えるのが妥当だろう。

図表 15.機械製造業における海外生産展開の動向



出所：経済産業省『海外事業活動基本調査』

第2章：営業能力とアジア金型産業に対する競争能力の構築の必要性

自動車や電機といった国内機械産業では長らく大手セット・メーカーを頂点とした安定的・固定的な受発注関係＝ピラミッド型の産業構造が成立していた。すなわち、自動車企業や電機企業といったセット・メーカーが製品開発を行い、そして、その最終製品を構成する部品の量産のための金型が金型企業に発注されてきたのである。さらに言えば、金型は特定の部品に対応した一品モノであり、突き詰めると部品生産のための「ツール」である。よって、顧客の製品開発そのものに関与することは少ない。そのため、金型企業には顧客の思い描く部品を実現させる「高精度」・「低価格」な金型を製作することのみが強く求められてきたのである。

こうした状況から、金型企業の多くは必然的に新規受注獲得など能動的な企業行動を選択することが乏しくなった。金型企業のユーザーである国内機械産業、中でもセット・メーカーや大手部品メーカーが高い国際競争力を有していたこともこうした傾向を強めたと言えるだろう。多くの金型企業は自社の主要受注先に依存することでその事業継続にとって十分な売上・利益を得ることが可能だったのである。例えば、多くの金型企業から「主要受注先に自社の営業機能を依存している(いた)」というコメントを得ている。

「金型屋には営業などない」

といまだに一般的に喧伝されているのはこの時代の名残である。こうした経営環境下では、金型企業の経営者が自ら既存の主力受注先の購買部に対して、「御用聞き」のような受け身の営業を続けていればよかったのである。

なお、一般的に国内機械産業の国際競争力の源泉とは

「(金型など素形材・基盤技術産業で)、中小企業によって専門化と技術の高度化が推進され、全体として分厚い『技術集積』を形成してきたこと³⁾

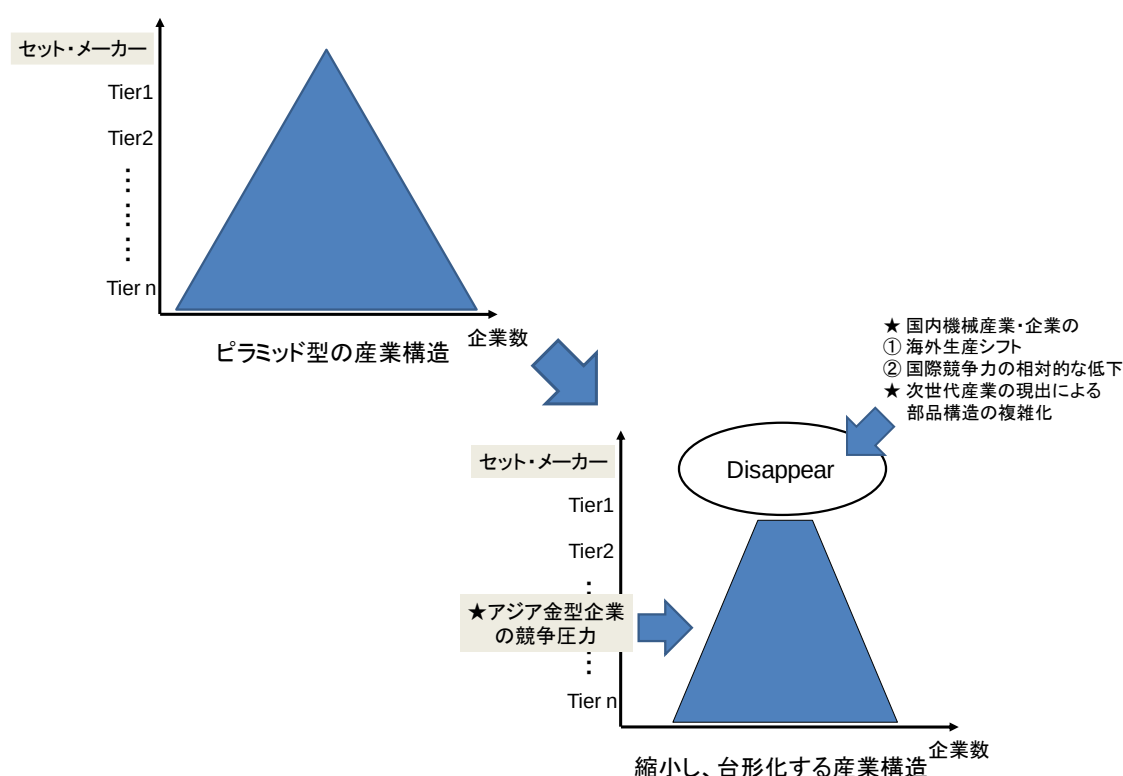
だと指摘されることが多い。国内金型産業でも全体の内、20名以下の企業が90%弱、9名以下の企業でもおよそ75%を占めている。言い換えれば、非常に小規模な企業が大多数を占めているにも関わらず、金型産業は国内機械産業の国際競争力の基盤として存立することができたのである。その背景には、「大手企業の国際競争力を核としたピラミッド型の産業構造」が、近年までまがりなりにも機能してきたからだと指摘することができるだろう。すなわち、金型企業は国内機械産業の国際競争力の基盤であるとともに、その恩恵にも強く浴してきたのである。

³⁾ 関〔1997〕参照。

しかし、前章で見たように、バブル崩壊以降、グローバル競争の激化や産業構造の変化が生じることで様相が一変している。国内外の産業構造・競争環境の変化により、韓国や中国の企業の供給する金型が国内金型企業の金型に代替されることで、日本の金型産業の国内で生産される金型が「超複雑」、「超精密」、「超大型」と呼ばれるような高付加価値金型に集約されつつあるという変化が生じていると言って良いだろう。また、「国内で製造される部品構造の高付加価値化・複雑化」、特に次世代自動車を代表とする「次世代産業の現出」もこうした傾向に拍車をかけている。

以上の産業構造の変化をイメージとして示したものが図表 16 である。国内金型企業から見て自社を取り巻く産業構造・経営環境が図表 16 のようにピラミッド型から縮小する台形型に変化していると言える。こうした中で、今後の金型企業に必要とされるのは既存の固定的な取引関係にとらわれず、海外企業も含めた新規受注先を獲得できるような能動的な「営業能力」である。加えて、そうした営業能力の基盤となる部品の成形・加工まで視野に入れた顧客に対する「開発補完能力」だろう。さらに、その延長線上として、アジア金型企業との「競争能力」を構築する必要がある。

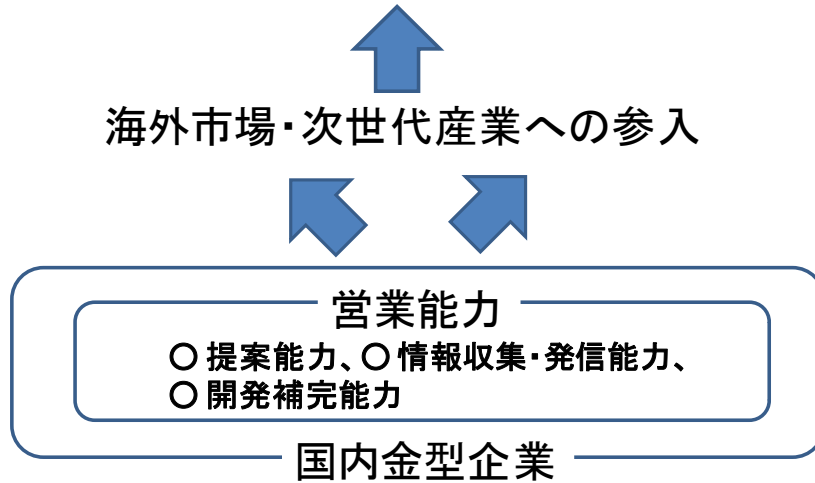
図表 16.金型企業から見た産業構造の変化:ピラミッド型から縮小する台形型へ



出所：本報告書用に作成。

図表 17. 今後の国内金型企業の求められる能力と企業像

アジアの金型企業に対する競争能力の構築



出所：本報告書用に作成。

今後の国内金型企業に求められる能力

営業能力

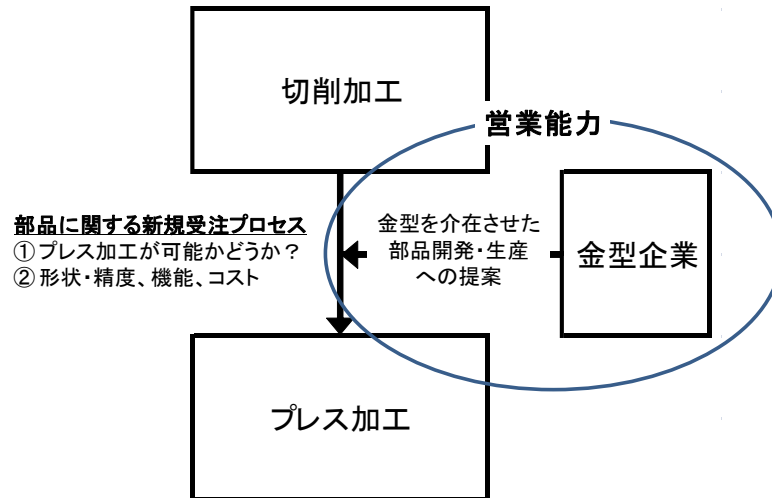
金型企業の営業能力とは

それでは、金型企業はどうすれば営業能力を獲得することができるのだろうか。金型はプレス、鋳造、鍛造、ダイキャストおよび粉末冶金といった素形材産業における部品製作のための「ツール」である。素形材の英訳が“The Materials Process Technology”であるように、素形材産業とは「Process＝成形・加工技術」を提供する企業の集まりである。よって、素形材企業は「自社の成形・加工技術で受注先の求めている、またはそれ以上の機能がどうか」を見出すことで新規受注が獲得できる。加えて、成形・加工技術それ自体は無形である。受注先は自社が求める機能を実現する成形・加工技術が一体何なのか、どの素形材企業が有しているのか往々にしてわからない。以上より、素形材企業の営業とは、

他の加工技術に対して、自社の加工技術の優位性を受注先に能動的に「提案」すること

に集約される。実際、著名な金型・プレス企業であるサイバックコーポレーションは「切削加工で製作するモノをより安価なプレス加工で提供する」ことで新規受注を獲得している。こうした考え方の延長線上に金型企業の営業能力が存在する(図表 18)。例えば、プレスで部品を製作する顧客に対して、多くの「アイディア」を提案するのである。単に顧客から要求された図面どおりに高精度に金型を製作するのでは不十分である。顧客が自分自身

表 18. 金型企業の営業能力と提案



でも十分に認識していないニーズまで見通して、それを実現するような金型を製作していく。こうした能力を持てば、顧客の部品製作に金型を介在させて関わるができる。

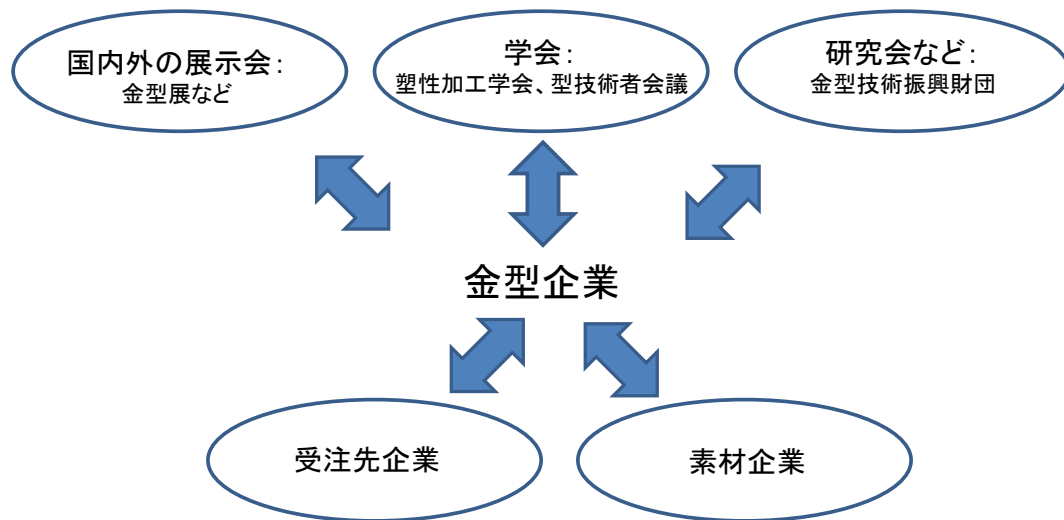
情報収集・発信能力

では、顧客への提案能力はどのようにすれば獲得できるのだろうか。その一つの方法が「情報収集」である。自社の顧客の業界・市場動向や製品特性、また関連する技術動向に関して様々な情報を収集することで必然的に「顧客が何を望んでいるのか」、「そうしたニーズを実現するためにはどのような金型を製作すればよいのか」が理解できるようになり、顧客への有用な提案が可能になるのである。そして、情報収集のためには、

「国内外の展示会」、「学会」、「公的機関主催の研究会」
「金型や他の素形材関連の業界団体主催の研究会」

といった様々な場に積極的に参加していく必要がある。また「受注先企業」、「素材企業」との連携による情報収集も必要とされるだろう（図表 19）。こうした情報収集能力は自社の技術の情報発信能力・PR と表裏一体の関係にある。例えば、学会に参加し、自社技術を学会報告したり、論文投稿したりすることが自社技術の PR になり、新たな取引関係構築のきっかけになっている（事例 A 参照）

図表 19. 連携による金型企業の営業能力の構築



事例 A株式会社 OPM ラボラトリー（京都府）

同社は金型設計、金属光造形複合加工サービス、金属光造形複合加工の受託研究および用途開発を主たる事業としている。2004 年の創業当初は当該大手電機企業との取引のみだった。しかし、様々な学会誌に年間 7・8 本以上の技術論文を投稿したり、経済産業省の戦略的基盤技術力強化事業や地域新生コンソーシアム研究開発事業に参加したりしながら、自社の技術情報を積極的に発信していった。結果、現在、台湾企業を始めとして 25 社から 35 社の企業と取引関係を有している。

また、情報収集能力構築に際しては、いわゆる技術者・職人のような社長がワンマン的に参加するのではいけない。あくまで組織として、営業部門に投資し、専門の営業担当者が参加していく必要がある（事例 B 参照）。加えて、自社の企業経営にフィードバックすることを志向することも重要である（事例 C 参照）。

さらにインターネットを有効に活用したり、自社の技術を十二分に提示するようなショールームを設置したりすることも有用である（事例 D、事例 E）。加えて、海外から需要を獲得していくためには、語学力や海外人材獲得といった面で社内全体として情報収集・能力の拡充を図っていくべきだろう（事例 F、事例 G）。

事例 B.株式会社サイベックコーポレーション（長野県）

同社（従業員数 80 名）は超精密金型開発・設計・製作および精密プレス加工を手掛け、次世代自動車や燃料電池関連の部品も供給している。また、カナダの自動車部品企業も主要受注先の一つである。同社は 2000 年に研究・技術開発と営業を行う VT(=Value Technology)研究所を設立している。同研究所 研究員は学会などに参加しながら、顧客の案件に開発段階から参画し、提案営業を行っている。各研究員は開発・設計・加工技術に熟達し、顧客の製品特性について自学自習やセミナーへの参加が奨励され、研究所全体で知識の共有が図られていることを付記する。

図表 20. VT 研究所



事例 C.株式会社ニュートン（岩手県）

同社（従業員数 120 名）の主な事業内容は車載自動車用部品、OA 機器部品、HDD 内蔵部品に関する射出成形と金型の設計・製作である。年間の受注先はおおよそ 30 社で偏光サングラスレンズなども加工している。同社では年に一回、数年後までを見通した「事業のロードマップ」、「技術のロードマップ」、「顧客のロードマップ」を提示し、幹部は全員参加で自社の方向性を議論している。そこでは、「今後の OA 機器には紙が必要か?」、「歯車は今後、数十年先までなくなる」という根源的な議題も提示されている。

事例 D.株式会社ササヤマ(鳥取県)

同社(従業員数 56 名)は液晶テレビやプラズマテレビの筐体用の金型を手掛けており、大手韓国電機企業からも受注している。同社では受注先に許可を取った上で成形品を HP で公開しているのだが、あるとき、大手電機企業のプラズマテレビの金型を手掛けた。それが HP や口コミから評判になり、国内の他大手電機企業から金型の受注を得る。2002 年には韓国電機企業が同社 HP を見て金型を発注してきた。現在では、売上の 8 割近くが海外向けであり、タイの自動車部品企業にも輸出している。

図表 21.同社成形品サンプル事例



事例 E 株式会社積水工機製作所(大阪府)

同社(従業員数 216 名)は国内外の自動車企業のインパネやバンパー用の金型を製作・生産している。その上で、『インパネの周辺をモジュールとして位置づける』など、対象とする成形部品周辺の部品のことまで考慮した金型製作』を実践している。加えて、そうした技術・製作思想を社内のショールームの中で見える化し、顧客にわかりやすく提案もしている。実際、同社のショールームを見て、発注を即断した海外技術者も幾人が存在する。こうした施策を基盤として、現在、全世界に 28 拠点を有し、輸出した金型のメンテナンスも行いながら、商社経由でグローバル化を図っている。その中で、米国自動車企業のインド現地法人とも取引関係も構築している。

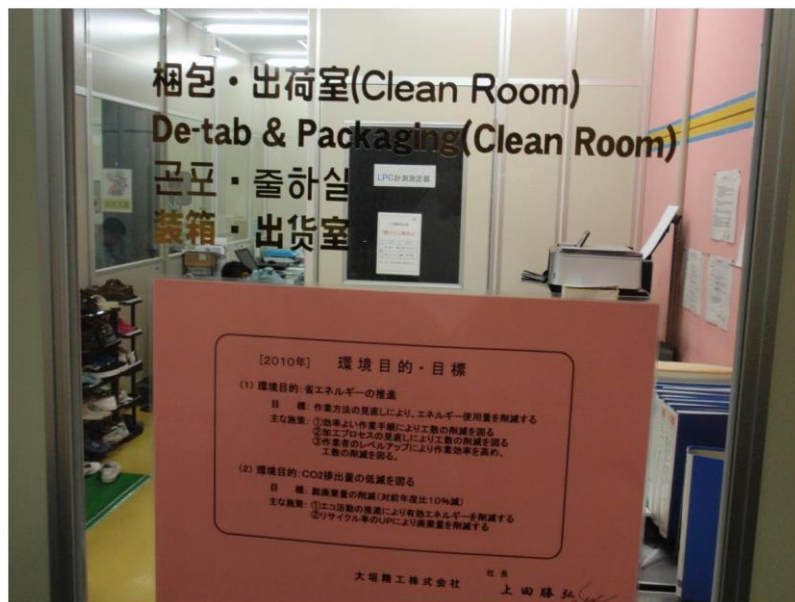
図表 22.同社ショールームにおける技術の見える化



事例 F.大垣精工株式会社(岐阜県)

同社(従業員数200名)は電機・電子機器用の精密金型を手掛けている。30年前に韓国の金型展示会に参加したことをきっかけに、海外企業との取引を始めた。現在では韓国大手電子企業、欧米のHDDメーカー、タイや中国の現地メーカーなど海外向けの売上が全体の4割に上る。同社では英語や中国語、韓国語が堪能な人材を(日本人、海外人材問わず)積極的に獲得している⁴。彼らが製造現場での実習などから金型製作に熟達した上で、海外企業と各国語で相対・交渉している。こうした人材が同社の海外需要獲得を支えていると言えよう。なお、工場内の案内標識などは全て日本語・英語・韓国語・中国語で併記されていることを付記する。

図表 23.同社工場内。英語、韓国語、中国語で表記がなされている



⁴ ある日本人社員は自身が留学で学んだ韓国語を活用できるとして同社に入社している。また、英語試験の受験を奨励し、「英語の話せる技術者」を育成しようとしている。

事例 G.株式会社ヤマナカコーキン(大阪府)

同社(従業員数 220 名:国内)は韓国の自動車産業とも積極的に取引関係を構築し、全体の売上のうち、在中国のヨーロッパ系企業を始め、およそ2割を海外企業との取引が占めている。特に1割以上を韓国市場向けの輸出で賄っている。この背景には、韓国人を始めとして、外国人人材を積極的に獲得・活用するという同社の施策がある。そうした現地人材の活用で、例えば韓国の自動車部品市場では「ライバル企業がほぼ独占していた韓国市場の牙城を崩した」のである。

図表 24.同社海外営業スタッフ:英語、韓国語、タイ語、中国語に対応



開発補完能力

国内で製作・生産される部品の形状は複雑化の一途をたどっている。こうした傾向は電気自動車や環境・エネルギー産業など次世代産業の現出により、一層、拍車がかかっている。具体的には、以下のようになっている。

ハイブリッド車の精密鍛造用金型

○ 内燃機関車用の金型は±1 ミクロン (μm) 単位の精度要求だったが、ハイブリッド車の精密鍛造用金型はその2倍以上の精度が要求される。

LED のレンズ用金型

- それまでのレンズ用金型の5倍近くの形状精度とナノレベルの面粗度、より高い透過性が求められる。
- 一つのワークに2φの穴が200個近くあり、±1μ単位の精度での仕上げる

その結果、大企業の設計技術者にとっても

「自社が必要とする成形・加工技術がどこにあるのか、誰が持っているのかわからない」
「次世代エンジンに必要な精密加工技術を持つ企業を捜すのに時間がかかる⁵⁾」

といった事態が頻繁に生じている。また、他章でも指摘しているが、幾つもの実態調査からはこうした産業構造の変化を遠因として、幾つかの大企業の設計技術者の生産技術に関する知識が全般として寡少になっていることも示唆されている⁶⁾。こうした中で、金型企業は「大企業の開発を補完できるような技術力＝開発補完能力」を構築していかなければならない（事例Hなど）。

事例 H.ヤマナカゴーキン②(東大阪市)

同社はハイブリッド車用の精密鍛造用金型を受注・製作した。当初、製作した金型は精度要求こそ満たしていたものの耐久性は低く、数回の使用ですぐに損傷し、割れてしまった。しかし、同社ではCAEを駆使することで当該金型の問題を突き止め、その長寿命化に成功し、量産に対応できるハイブリッド車用の超精密鍛造用金型を供給するようになった。

⁵⁾ 自動車企業X社中央研究所への取材による。

⁶⁾ もちろん、個別企業ごとや自動車産業や電機産業など産業ごとに状況・程度が大きく異なることを強調しなければいけない。

前述したニュートンなどは顧客への部品供給に関して、「提案＝設計・開発段階」から関わっている。そうしたことを可能にするため、同社では、「技術部隊は顧客の技術課題を全て解決し、その上、驚きを与える」ということを社是としている。加えて、大企業に追随できるような最新設備の積極的な導入も考慮する必要があるだろう。

アジアの金型企業との「競争能力」

世界の中での位置付け:日本の金型は世界一なのか？

以上の営業能力と開発補完能力を獲得しながら、国内金型企業はアジアの金型企業との世界的な競争を視野に入れて、自社の経営戦略を構築していくべきである。その際にはまず、自社の金型技術が世界の中でどのような位置付けにあるかを強く認識する必要がある。国内金型業界では、「日本の金型は世界一」といった言葉をよく耳にする。もちろん、日本の金型企業が相対的に高い金型製作技術を保持しているのは事実だろう。しかし、ツールとしての金型の評価軸は「コスト」や「加工精度」、「耐久性」、「アフターサービス」など様々である。また、製品の価値はあくまで需要サイドのニーズによって規定されるものである。どんなに精度の高い金型でも需要がなければ売れないし、そうした金型を製作する技術も無用の長物になってしまう。以上より、「日本の金型は世界一」と根拠なく認識するのではなく、

自社の金型製作技術の優位性・特徴を

- 国内他社と比較するとこのような特徴がある。
- 欧米の金型企業と比較するとこのような特徴がある。
- 韓国や台湾、中国の金型企業と比較するとこのような特徴がある。
- 今後の国内外のユーザー企業の動向を考えると、「～」な面で自社の金型が活用される。

といったかたちでより客観的・定量的に把握していく必要がある。

金型技術をコアとしたものづくり企業へ:部品企業になるためには

一般的に、金型企業が「部品企業」になることで様々な新規受注を獲得し、事業継続を図っていくことができると言われている。金型を製作するためには「素材」を選別し、また「設計」、「切削」、「研削」、「放電加工」、「熱処理」、「仕上げ/磨き」および「組立」といった多岐に渡る高度な生産技術が必要になる。金型企業は自社内に存在するこうした様々な技術を部品製作に転用することも可能である。自社で部品、特に自社ブランドによる部品を

製作できるようになれば、その事業展開に多様な選択肢が生じる。これは当該企業の経営、特に営業能力や開発補完能力にとってプラスであると言えるだろう。

しかし、そこには一つ問題がある。「マザーツール」と呼称されることが物語っているように、金型は部品の量産を行うために不可欠な道具である一方で、基本的に一品モノである。そのため、金型企業と部品企業の間にはその組織構成や人材に関して、大きな差がある。金型製作の場合は一品モノの受注に対して、その度ごとに顧客の要求を汲んで実現する相対的に単純な生産管理を行えばよい。しかし、ある程度の部品の量産を行おうとすれば、そこには組織全体として「設備」を多数導入し、かつ「品質管理」や「納期管理」、「顧客管理」といった様々な事案に対応できる「組織」を構築しなければならない。よって、金型製作に事業が限定されていたときに比べ、多様な能力を有する従業員を育成しなければいけなくなる。企業・従業員規模それ自体の大幅な拡大も必要になる。こうしたことが可能な金型企業の数多くはない。よって、金型企業が部品企業への事業転換を図るには自社努力だけではなく、何らかの政策的な支援も必要になってくるだろう。さらに、鑄造企業やプレス企業といった部品企業の経営体制を調査し、そこから学ぶ必要もある。

第3章では、こうした点も含めて、国内金型企業にとっての新たな金型づくりの方向性を示したい。

第3章:国内の金型づくりにおける科学的手法の導入:事例分析

第1章で見たように、国内機械製造産業の生産規模は一部を除き、縮小傾向にあり、また、積極的な海外展開・海外調達が推進されている。こうしたユーザー産業の変化は必然的に国内金型産業・企業の金型づくりに影響を与える。ユーザー産業間、金型産業間といった多層的なグローバル競争の激化により、国内金型企業が享受していた安定的・固定的な取引関係は解体されつつある。その中で、顧客企業は「短納期」、「低コスト」をサプライヤー選択の機軸の一つとするようになった。加えて、幾つかの顧客企業はコスト低減を推進する中、生産技術の深い蓄積を徐々に失うようになる。結果、

「金型や鋳造の製造現場を見たことがない設計者や購買担当者が金銭的な相見積もりだけでサプライヤーを選択する」

といった状況が現出してしまった。先述したように、一般的な素形材産業とは異なり、金型企業にはトータルの生産技術で一品ものの金型≒装置をつくるといった生産技術上の特徴が強く介在する。よって、金型企業は他の素形材企業と比較して、金型づくりの技術を向上させるために、多様な生産技術を深掘、向上させていくことが必要になる。こうした素地がある中で、グローバル競争の激化による顧客企業の調達方針が短納期や低コストといった部分で、国内金型企業の金型づくりに大きな影響を与えている。

一方、国内での金型づくりを維持・発展させようとする企業には、科学的手法を積極的に導入することで、多岐にわたる要素技術を効率よく高度化させることが強く求められる。例えば、専門金型企業が部品量産を手掛けることで事業継続を図ろうとする場合、プレス成形や射出成形の結果を金型づくりにフィードバックすることが重要になる。金型を内製する著名なプレス成形企業Z社はプレス成形を

「開発した部品の設計情報を金属プレスという工程において、金型を介在させながら素材に転写する」

と捉えている。しかし、金型を用いたプレス成形は万能ではなく、「元々の情報がぼやけて素材に転写されてしまう」とも捉えている。そうした考えに基づき、

「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、測定する」

「情報がぼやけてしまうという現象を『なぜ：Why』と捉え、理論的に解析する」

「何を解決すれば情報がぼやけることを回避できるのかを見出す」

「切削加工技術や放電加工技術、研削加工技術によって、そうしたノイズを取り除く」

ことを実践している。このコメントから、専業金型企業が部品成形を手掛けようとする場合に、要素技術の高度化が果たす役割が明確に理解できると言えよう。また、金型づくりに関わる切削加工技術や研削加工技術を部品成形に転用する場合を考える。その場合、「このような条件でこのように加工すると、このように成形できた」といった「因果関係の特定」が重要になってくる。その際には、緻密な「測定、計測、解析」が必要になるし、いつ何時でも同様の成形結果が得られるという「再現性」も確立する必要が生じる。

より高付加価値な金型を供給することで事業継続を企図した場合も、科学的手法の積極的な導入による要素技術の高度化が強く求められる。例えば、非球面レンズ用の金型をつくることを考えた場合、ナノ・レベルの精度が要求されることになる。その場合、「職人が指で触って、精度や表面の粒度を確認する」といったことは全く不可能になる。金型の成形面の形状を数式で表現し、ナノ・レベルの加工機で加工し、原子間力測定器で検査するといったことが必要になるのである。

もちろん、これは極端な例だが、より高付加価値な金型を作ろうとした場合、そこには様々なかたちで

「経験や勘に依拠せず、加工条件と成形結果の因果関係を特定する」

「そのために、測定、計測、解析に傾注する」

「金型づくりのプロセスに再現性を付帯させる」

といった科学的手法が介在することになる。

以上を踏まえ、本報告書では「部品成形や高付加価値な金型を志向し」、「何らかのかたちで金型づくりに科学的手法を介在させている」、金型関連企業 26 社の事例調査を行った。その上で、各企業が具体的にどのようなかたちで金型づくりを行っているかを図表 24・25 にまとめている。また、その詳細な事例は 30 頁から 111 頁にまとめている。

図表 24・25 およびその詳細な事例により、国内金型関連企業は測定器を始めとする積極的な設備投資や大学との産学連携により、科学的手法の効率的な導入を可能にしていることが理解できる。加えて、科学的手法を取り入れることのできる企業には、「経営陣が工学系出身」、「工学系大学・大学院出身の人材活用」といった人的基盤の共通点も存在する。加えて、もう一つの大まかな共通点として、全ての事例企業が

「How to make 金型：金型をどうつくるか」、「How to use 金型：金型をどう使うか」

を強く認識し、金型づくりを実践している、とすることができるだろう。

図表 24.事例のまとめ

社名		主な内容	人材
事例1	I社	部品成形プロセス全体を通じて、品質とコストの関係を最適化	技術開発担当者
		新規受注獲得と経験知を積み重ね、要素技術の深堀	
事例2	五鈴精工硝子	自社固有の測定技術の開発	—
		産業技術総合研究所や大学との連携	
事例3	樫山金型工業	金型づくりのシステム化	—
		各工程でのデータの蓄積と解析	
事例4	カワマタテクノス	設備機械を一回、社内ですべてばらし、構造や基準を全てチェック	経営者が 管理工学科出身
		ゴム材料に関する科学的知識の獲得とゴム材料の解析	
事例5	河村化工	経営工学の知識活用と樹脂成形における科学的な裏付けの介在	経営者が 経営工学専攻
		生産技術と成形品の関係を、系統図を書くことで可視化 etc	
事例6	小西金型工学	今まで製造した金型1万個の図面のデータベース化、産学連携	経営者が 機械工学修士
		金型の成形プロセス、材料、切削工具、加工方法をHPで公開	
事例7	小松精機製作所	切削工程の研究開発、欧州系のナノ・メーター測定器の保有・活用	経営者が 工学系大学・ 研究機関出身
		産学連携、従業員の課題に対する解決のプロセス・学会用語習得	
事例8	最上インクス	金型づくりに必要とされる工程プロセスを分解して、パターン化	経営者が 米国大学で機械 工学専攻
		金型づくりに必要な標準金型部品の蓄積→共通言語の習得	
事例9	サイベック コーポレーション	自社独自の工法を開発、その中で、砥石・砥粒やボンドまで開発	経営者が 機械工学専攻
		自社工場内に「測定機械のマスター」を設置	
事例10	田中精工	ダイカスト鑄造工程にソフトウェアによる鑄造解析を導入	工学系の 人材獲得
		成形品の図面を品質保証部に送り、何を検査すべきか提示。	
事例11	タミーマシナリー	10年委員会の定期的開催による今後の方向性の検討	—
		部品量産につながる経営資源・ノウハウを親会社から獲得・活用	
事例12	戸畑ターレット 工作所	解析ソフトによる鍛造条件(温度や歪み)を考慮した金型づくり	工業系国立大学 出身者
		九州工業大学の教官が有する解析の技術や圧延の技術を導入	
事例13	ナカキン	技術者が自身で加工条件を考案・セットできる仕組みづくり	—
		社内の鑄造工程への金型技術者の派遣	

図表 25.事例のまとめ―続き

事例14	ニチダイ	独自の開発支援システムの開発や金型変形試験	工学系の 人材獲得
		金型変形試験、金型材料特性・評価試験、鍛造要素技術研究	
事例15	H社	プラスチック関連のOB人材を活用し、プラスチックに関する	―
		知識・ノウハウを自社に搬入	
事例16	扶桑精工	鑄造による金型素材の内製	経営者が 工学系大学 出身
		秋田大学の工学系学部で機械加工・材料を専攻した人材を活用	
事例17	平和産業	戦略的基盤技術高度化支援事業の活用	経営者が 工学系大学 博士課程入学
		最新鋭の測定機器・装置を10台以上導入、切削工具の内製化	
事例18	ペッカー精工	積極的な「設備投資」	経営者が 工学系大学 出身
事例19	ミツエ・モールド ・エンジニアリング	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。 「成形時の素材の温度分布や変形量」を解析。大学と連携	経営者などが 工学系大学院 出身
事例20	メイホー	大学との連携、要素技術の周辺分野まで技術者が習得。	経営者が 設計部門 出身
		加工工程や成形結果を議事録・データとして全て記録に残す。	
事例21	モルテック	オリジナルの金型の溝光沢微細切削加工技術の開発	経営者が 品質管理工学 専攻
		外部のデザイン企業との連携	
事例22	A社	博士号取得者を積極的に活用	経営者が 工学系大学 出身
		国内外の大学と連携・技術者の派遣	
事例23	山岡製作所	要素技術の細分化と人材育成	―
事例24	ユニオン精機	工程の担当者を集めた「デザイン・レビュー」	大手重工業 出身の人材
		金型づくりの工程で計上されるコストのデータを収集・活用	
事例25	ワークス	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す	工学系の 人材獲得
		大学と低コストの超精密加工のためのダイヤモンド切削工具開発	

事例 1.I 社

取材日時:2011 年 12 月 27 日

主な事業:精密部品加工、精密金型設計製作

ワイヤーカット放電加工、NCプロファイル研削加工、マシニング加工、形彫り放電加工、オプト製品製造

同社概要

I 社（従業員数 62 名、売上 7 億円、顧客 400 社）は 1968 年に創業された企業である。同社の創業者は工業高校卒業後、国内大手エンジニアリング企業 N 社でプレスや製缶を手掛けていた技術者だった。創業者は郷里である長野県上田市を創業の地として選択した。なお、創業者は発明家としての側面も有しており、I 社の創業資金は特許料収入も寄与しているということも付記する。こうした創業者の来歴にも影響を受けて、同社は後述するように「技術を開発する」という社内文化を強く有していたと言えよう。

I 社は N 社からブレーキシリンダーの加工を受注していた。しかし、オイルショックによる日本経済の減退を契機として、一社に売上を依存した下請体質から脱却することを志向する。その一環として当時の最先端設備であるワイヤーカットの放電加工機を導入する。製造業関連の企業は小口の放電加工工程を外注することが多い。同社はそこに目を付け、一案件数万円～何十万円といった小口の受注案件を多く集めることを企図する。そのため、飛び込み営業を始めとする営業活動を積極的に実施し、全国から小口の受注案件を獲得することに尽力していったのである⁷。

1986 年には主力の顧客企業から要望され、金型づくりを手掛けるようになった。また、1992 年にはセラミック加工も手掛けるようになっていく。こうした設備投資を一つのきっかけとして、国内大手電気通信企業の研究所から光通信デバイスなどの部品加工なども受注するようになった。2000 年以降にはフィルム関連（2000 年）、金属ガラスなど新素材（2002 年）といった分野で研究開発・事業化も進めていく。この背景には、顧客の海外展開が進展していくのを見て、創業社長および二代目である現社長がリーマンショックなど経営環境の変化もあり、

「何か新しいことをやらなければいけない」

「単なる賃加工業では顧客が要求した寸法にいかに関わるか、が全てになってしまう。モノづくり企業として、それだけにはとどまらない領域に踏み込みたい」

「顧客に対して、機能保証をした上で部品を供給したい」

といった幾つもの強い想いがあった。後述するように、同社は 10 数年前まで一品モノの金

⁷ 同社では放電加工事業が軌道に乗ると同時に、ブレーキシリンダーの加工からは徐々に手を引いていった。

型や、金型の部分品が売上の多くを占めていた。しかし、いわゆるリピートモノ≡部品加工の受注を増やすことで経営を安定化させることを企図したのである。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

2007年当時、I社の売上全体の内、金型と金型部品が8割を占めていた⁸。しかし、2011年時点では金型と金型部品が6割になり、部品加工の売上（自動機部品や医療機器部品、試作部品）が3~4割まで伸びている。それでは同社はどのように部品事業を拡大させてきたのだろうか。まず、現社長は

「部品加工は生産管理が最も重要である。加えて、金型づくりとでは管理の仕方に大きな違いがある」

「部品加工の管理の段取りと金型づくりの段取りが異なる」

と述べている。また、金型を手掛けていた技術者が部品加工・量産しなければいけない場合、当該技術者が

「何をどのようだ段取りでやってよいかわからず、おっかない」

という感想を抱いたこともあったとコメントしている。金属は加工や熱処理を施すと変形する。そのため、加工の順番や熱処理による金属変形の度合いといった様々な知識・ノウハウ、すなわちどういう条件で、どのように加工すれば、どういう変形が起きるのか」といったことを強く把握することが部品加工には必要になる。その上で、部品加工プロセス全体を通じて、品質とコストの関係を最適化させること、例えば、「この部品はこういう使い方をするのだから、ここは精度を高くしなければいけない。しかし、この部分は全体の機能とはあまり関連していないので、精度は並みくらいでもよい」といった判断をする必要がある。しかし、金型はえてして一品モノの受注案件であり、そうした知識・ノウハウ⁹がリピートモノ/定期的な受注がくる案件に比べて蓄積されにくいという特徴がある¹⁰。その結果、現社長は自社の金型づくりを事例として、

「設計工程や組立・仕上げ工程は自社独自の強みを保有しやすいが、それ以外の加工工程は他社と差別化しにくい」

ともコメントしている。以上を踏まえ、同社では飛び込み営業など全社一丸となった積極

⁸ その内、設計から手掛けた金型が1-2割を占めていた。

⁹ 同社では製造部長が当該知識・ノウハウを強く有しているという。

¹⁰ これを現社長は「技術が刹那的になる」と表現している。

的な営業展開を実施することで、毎年 3 社から 4 社の新規の顧客を開拓している。その上で、多品種少量生産の部品加工を中心として受注案件を獲得している。そして、実際に技術者が受注案件を手掛けながら、経験知を積み重ねることで個々の要素技術を深堀しているのである。その際、同社では

「受注は基本的に断らない加工ならば何でもやる」

「納期の範囲で、社内でトライ&エラーを繰り返しながら良いものをつくっていく」

といったことを実施しているのである。このような受注獲得に積極的なことも知識・ノウハウの蓄積の重要な基盤となっているだろう。

なお、同社は研究・開発施設も有しており、社内に 10 名ほどの技術開発担当者も有している。その結果、様々な超精密部品も手掛けており、限定的ながら米国企業や中国企業とも取引をしている。

事例 2.五鈴精工硝子株式会社

取材日時:2012 年 1 月 26 日

主な事業:レンズアレイ、非球面等の光学レンズや赤外透過フィルタ、紫外吸収フィルタなどの光学フィルタの製造販売

同社概要

五鈴精工硝子（従業員数：国内 120 名、グループ 230 名）は 1905 年に創業し、ガラス細工・装飾用ガラスの製造などを始めた。（旧 垂水硝子製造所）。現社長で 4 代目を数える。戦前は硝子鉤の製造なども手掛けていて、珍しいところでは軍服の硝子鉤なども手掛けていた。こうした中で、五鈴精工硝子は「ガラスに色をつける技術（着色技術）」と「硝子の成形技術」の二つを自社事業のコア技術として蓄積・発展させていく。前者は硝子の成分を配合することを軸として、着色されたガラス素材（ガラスフィルター）を製造する。後者はガラスを金型で成形することを軸とする。

戦後、同社は順調に新たな業界への参入と事業規模の拡大を成し遂げ、1960 年頃には自動車のライト向けレンズや民生用機器などのガラス部品の成形を手掛け、特に当時、市場規模を急速に拡大させていた OHP やコピー機といった OA 機器産業を主力市場としていた。ところが主力だった OHP やコピー機の技術革新が進展し、

「樹脂製品の開発が進み、レンズも硝子でなくても良い」

ということになってしまった。その結果、同社は事業継続のために業種転換を試みる。新たな市場としてプロジェクター業界に参入していったのである。現在では売上の 7 割がガラスの成形品、その 8 割をプロジェクターのレンズの成形品が占める。それ以外に、医療機器、照明、レーザー機械用のガラスの成形品も提供している。また、国内の売上の内、3 割が着色されたガラスフィルターである。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

五鈴精工硝子では最近になって内製での金型づくりを開始している。成形プロセスの良し悪しはえてして金型の良し悪しに依拠する。同社も自社のガラス成形をよりよくするために金型の内製化に踏み切ったのである。また、ガラスの成形に関して、鍵となるのが

「再現性」

である。レンズはガラスという素材の性質や高い要求精度など様々な理由から、顧客から要求された品質を金型による成形プロセスの中で多数個に渡って再現していくことが非常に難しいとされている。ガラスのレンズを手掛ける場合、えてして設計・図面どおりの金

型をつくっても、成形の段階でうまくいかないことが多々ある。そこでは、ガラスの物性と金型の精度上の誤差、金型内の温度・熱収縮や成形時間といった幾つもの変数が関係してしまうのである。以上より、当然のことだが「当該誤差をいかに測定するか」ということが重要になってくる。そのため、「自社固有の測定技術」を開発し、金型づくりと成形に活用している。また、成形機も内製している。

なお、五鈴精工硝子は 1960 年代半ばから産業技術総合研究所（旧大阪工業技術研究所工業技術院）と連携するなど研究・技術開発に傾注していた。現在でも、例えば「マイクロ光学素子の製造技術」といった政府による研究開発スキームの下、大学との産学連携を行っている。加えて、自社の技術者を大学や公的研究機関で学ばせる、ということもしている。その上で、測定技術に代表とされるようなアカデミックな素地・ノウハウを自社内に搬入しているのである。

以上を踏まえ、液晶プロジェクター用のレンズアレイでは世界市場の 7 割のシェアを有している。その中で、顧客からの

「こういう形状のレンズが出来ないか」

「こういうカットができないか」

といった生産技術上の要望にも対応し、顧客との共同開発も実施している。現在、同社は 100 社ほど取引をしているがその中には米国やドイツの企業も含まれる。

図表 26.同社外観



事例 3. 榎山金型工業株式会社

取材日時: 2011 年 12 月 21 日

主な事業: 精密樹脂金型・プレス金型・部品加工・成形品の設計及び製作

同社概要

榎山金型工業（従業員数 95 名）の源流となる創業者は現社長の祖父になる。現社長の祖父は 1946 年に自動車部品の販売会社を設立する。地元の名士的な位置付けだったこともあり、近隣で経営不振に陥った会社、特にモノづくり企業の面倒を見ることが多く、その延長線上に自社でプレス成形や鋳造、樹脂の成形も手掛けることになった。初期時は、スケート靴の歯や電子部品の生産を手掛けていたという。1961 年にはプラスチック成形用金型の設計、製作、販売も手掛けるようになる。当該部門は日本経済の成長と歩を同じくしながら、事業規模を拡大していく。その結果、1978 年に独立、榎山金型工業が設立されたのである。当初は化粧品容器のためのプラスチック用金型などを手掛けていたが、三次元の形状を得意としていたこともあり、徐々に家電関連の受注を増加させていく。テレビのリモコン用の金型を手掛け、次いで携帯電話用の金型を手掛けた。

順調に事業規模を拡大してきたが、2001 年の IT バブルの崩壊により、携帯電話のモックアップを始めとして、主力の顧客からの受注が急激に減少した。その結果、2002 年には売上が前年比で 35%ほど減少するなどいわゆる経営危機に直面したのである。当時、入社 2 年目だった現社長はこうした危機を乗り越えるために、社内体制の整備とその延長線上にある新規顧客の開拓を強く志向・傾注する。その中で、コンサルタントなども活用し、SWOT 分析¹¹やファイブフォース分析¹²、BCG マトリクス¹³といった手法を活用することで、自社が手掛けている金型分野の市場ポジション、強み弱みを把握していった。その結果、「どの分野のどの顧客を対象にするべきなのか」に関する精緻な戦略を策定し、それに則るかたちで、アプローチを行ないながら新規顧客を開拓していったのである。同時に、社内ヒアリングも実施しながら組織の問題点を抽出、改善も行なっていた。現在では、携帯電話のみならず、医療機器用、自動車用、OA 機器用、電子部品用など多様な業種の金型を手掛け、日本全国の企業を顧客とするようになったことがその成果の一つである。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

現社長は経営の指針の一つとして、可能な限り、競合他社のモノづくり現場を見て回ることを自身に課している。その上で、

¹¹ 自社の強み (Strengths)、弱み (Weaknesses)、機会 (Opportunities)、脅威 (Threats) を分析する手法。

¹² 業界の構造分析を実施するための手法

¹³ 製品の内訳を分析する際の枠組み

図表 27.同社の製造現場。精度の高い加工と品質管理が融合している。



「今後どうやって、金型づくり・成形を実行していくか」

そのエッセンスを自社のモノづくり現場にフィードバックしていったのである。さらに金型のつくり方のシステム化も推進していく。より具体的には、CAD/CAM から加工現場まで、各工程で蓄積したデータ、顧客情報を基に設計・加工データ・加工の標準化を推進していった。加えて、加工工程の中で、短時間で精度高く段取りを行えるよう、三次元測定器を活用したシステムを導入するなど効率と精度を満たす設備投資を積極的に展開している。以上より、自社の金型づくりを高付加価値化させていったのである。

事例 4 株式会社カワマタテクノス

取材日時:2012 年 1 月 12 日

主要事業:工業用・光学ゴム用金型の設計製作及びゴム製品の成形

同社概要

カワマタテクノスは 1972 年、現社長の父親である創業者があるゴム用金型企業の工場長を経て、旋盤一台で東京江戸川区にて創業した企業である。創業まもなくして、顧客からの要望もあり、金型づくりを手掛け始める。その当時に手掛けていたのは、カメラや双眼鏡の丸物ゴム部品の金型だった。そうこうするうちに、主力の顧客からゴム部品の成形もしてみないかという要望があり、部品成形も手掛けるようになったのである。現社長（日本大学生産工学部 管理工学科出身）が 1989 年に入社する。同時に、元々、ゴム成形用の工場を操業していた場所に本社を移転するのである（茨城県つくばみらい市）。その当時は金型 4 名、成形 14 名の所帯だったと言う。

元々、現社長は学生時代から趣味を通じて、PC やオートバイを自作するなどモノづくりに経験があったことが、その後のカワマタテクノスのモノづくりの方向性に影響を与えていくのである。その一つが、ファナック製のワイヤーカットの放電加工機の導入した際、当時、高校生だった現社長がファナックまで修行に行って、プログラミングを習得したことである。現社長が当該ワイヤーカット放電加工機のプログラミングを自前で行い、稼働させてことを一つの契機として、同社では得た利益の多くを設備投資に回すようになったのである。現在、同社の売上内訳はカメラ・光学機器関連が 2、自動車が 8 である¹⁴。加えて、成形と金型の売上割合はおよそ半分々々である。なお、現社長を「成形品は金型を製造する起点・視点になる」と言う。

カワマタテクノスの従業員数は 64 名（（成形 45 名、金型 14 名、他事務・役員など 5 名）である。また、顧客企業数は成形 15 社、金型 14 社にのぼる。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

以前はカワマタテクノスの顧客企業一社の中でもゴム用金型とゴム成形部品で、購買担当者が分かれていた。しかし、現在では一人の購買担当者がゴム用金型とゴム成形部品の調達を兼ねている場合がある。これは言葉を変えれば、同社が顧客にトータルサービスを提供する意義が拡充していることと同義である。ゴム用金型企業の多くはゴム部品の成形企業や組立企業に金型を供給することを事業の基軸としている。成形まで手掛ける企業は少ない。こうしたことに同社の他社に対する差別化の要因がある。なお、現社長は

「成形品を手掛けることで、展示会出展用の良い広告材料になる」

¹⁴ 以前はカメラ・光学機器が 9 割で、自動車関連が 1 割ほどだったとのことである。

とも述べている。

ただし、ゴム用の金型は素材にゴムを使っているため、5/1000 の隙間が生じていても不良品になってしまう。そのため、要求精度は樹脂用金型に優るとも劣らない。また、ゴム部品は成形するために 6・7 分の時間がかかるため、1 回に 100・120 個など多数個取りをすることが必要になってくる。こうしたゴム用の金型を同社は「うまく」、「速く」、「安く」つくすることを信条としている¹⁵。それでは同社はどのような金型づくりをしているのだろうか。上述したように、現社長は元々、管理工学科出身である。そこで得た知見も積極的に金型づくりに活用しているのである。幾つか施策を見ていこう。まず、樹脂用金型でもプレス用金型でも、金型企業は型枠を金型部品企業に発注・調達してしまい、自社ではキャビティのみを加工するケースがとみに多くなっている。しかし、同社では型枠から自社内で製作している。それ以外にも同社では、金型づくりに関わる要素技術や材料に関しても幾つもの深堀もしている。

例えば、カワマタテクノスでは設備機械を一回、社内で全てばらすことで、当該機械の構造や基準を全て社内でチェックする。その上で、

「このボールねじには不具合がある」

「切削油をどのように使用すれば良いのか」

「機械にベアリングをどのようにセッティングするか」

といったことを事細かにセッティングしていくのである。こうした要素技術に対する姿勢が高く評価されて、顧客企業に「自社のプレス工程のラインを改善してくれないか」と要望され、同社技術者が顧客企業に赴き、改善した事例もある。以上の姿勢は材料に関しても同様である。カワマタテクノスが材料を調達する先のゴム企業に「化学博士号」を保有する技術者がいるのだが、同社は当該人材からゴム材料に関して、様々なノウハウを学んでいる。その結果、成形材料であるゴムの解析も社内でも実施している。加えて、ゴムの物性を考慮した上で、成形後のゴム構造を解析して、

「成形機によるゴム成形の圧力分布が一様になっていない。どうすれば一様になるのか」

といったことを考え、自社の金型づくりと成形に反映させていくのである。加えて、金型づくりに関しては、カメラの筐体の模様に関して「今まで、放電加工で加工していたものを、旋盤で加工する」といったかたちで「工法転換」も積極的に実践している。さらに、ゴム成形用の治具なども内製していることを付記する。人材育成の面では、過去には仕上げ、検査、事務といった諸々の業務をある特定の人材が 1 人で全てやっていた。しかし、

¹⁵ 同社の金型づくりの高付加価値化の基軸となっている人材は現社長および営業技術部次長の二名である。

今では旋盤の技術者に加工の仕事だけではなく、購買の仕事をやらせたり、フライス盤担当の技術者が設計や営業もやったりしているのである¹⁶。

カワマタテクノスでは顧客の成形品のスタイルや自社で用いる成形機の精度や実力、ゴム素材の物性やどこでつくるか（錆びないか、めっきをしなくてよいようにするためにはどうすれば良いのか、その国のどこに洗浄設備があるのか）などを全て考えた上で金型を製造する。また、ステンレス系の材料（削りにくくて、コストが高い）を使った金型づくりも行っている。その際、顧客に対しては、成形の材料の選択や成形品の試作・検査も提供する。加えて、同社では ISO 取得したこともあり、各工程で品質管理も含めたきっちりしたモノづくりを実施しているので、最終的な仕上がりがほとんど必要ないと言う。

カワマタテクノスでは金型だけを分解してもできないモノづくりを志向しているのである。例えば、同社はある顧客企業に金型を供給していた。その顧客が自社の地場サプライヤーに同社の金型を造ってもらおうと思ったのだが、結局それができずに、結局、同社に発注が来たのである。なお、現社長は

「いわゆる売り型をつくるとなると、顧客企業から指示された寸法をキッチリ守ることに終始してしまう」

図表 28.同社の成形現場



¹⁶ 現社長はこうした施策により、例えば旋盤技術者が「このチップで不良を生じさせると、〇〇〇くらいの損失が生じる」という意識付けができたとしている。

図表 29.同社はプレス機も内製している。



図表 30.非常に高い成形・加工技術を有する



と述べている。その上で、

「成形品を手掛けるとお客を驚かす提案が必要になる」、「その際は寸法優先のモノづくり」

と指摘しているのである。

事例 5.河村化工株式会社

取材日時:2012 年 1 月 25 日

主要事業:自動車の内外装樹脂部品を中心とした工業用機能樹脂部品に関する開発から製品設計、金型、成形、組立、塗装など一貫生産

同社概要

創業者である現社長は夜間高校に通いながら、二時間ほどあるモノづくり企業で機械加工の手ほどきを受けただけで創業する(1959 年)。創業当初はゴルフのティーカップを射出成型で生産していた。1969 年には現在の主力の顧客企業である国内自動車企業 D 社と取引を開始するのである。その後、1989 年に金型工場を設立したり、1992 年に四国工場を設立したりする中で事業規模を拡大させていく。

1996 年には現社長の子息である副社長(42 歳)が同社に入社する。副社長は元々、大学で経営工学を専攻した後、D 社で生産企画の職務に従事した人材である。当時は弱電や釣り具、自動車など様々な業種の樹脂部品を手掛けていたが、1998 年に軽自動車規格が法律で変更された際に、これを事業拡大の「チャンス」と捉え、自動車業界への参入を志向していく(それまでは D 社との取引は限定的だった)。また、そこには下請賃加工という当時の業態を変化させたいという副社長の強い思いも介在していたのである。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

当時、副社長は自社の強みとして「経営トップ層のあくなき技術への向上心」があると分析した。その一方、中間管理職のマネジメントには弱みがあった。こうした中で、元々、学んでいた経営工学の知識を活用しながら、自社の経営体制を向上させていく。同社は金型技術を自社のコア技術として、樹脂成形＝モノづくりを手掛けているが、そこには常に科学的な裏付けを介在させている。その上で、樹脂成形における生産技術上の要件をいかに金型づくりに入れ込むか、機能分析と機能保証をいかに行うか、といったことに傾注している。例えば、

「金型の各種機能や材といった要因が、樹脂成形という結果に対して、どのように関連付けられているのか」

「金型に A という機能を付与する場合、B と C という生産技術があつて、その B・C という技術がお互いにどのような関係にあるのか」

といったことを経営工学に則り、多重分析など統計的手法を用いて分析し、自社の幾つもの生産技術と成形品の関係を、系統図を書くことで可視化しているのである。その上で、

「各部門が有する技術がどのようなもので、部門間でどのような共通性があるのか」

といったことも分析し、各部門の生産技術をまとめていく（≡共通性のある技術をまとめる）。その結果、金型のつくりこみが十分にできるような社内体制を整備していくのである。他にも同社では生産技術の管理に重きを置いている。例えば、「切削工具の刃・素材との接触面を管理するために、刃が1時間前と1時間後でどのように変化しているのか」、詳細に解析している。加えて、金型で100ショットして成形品をつくるような連続した生産プロセスの中で発生する異常値を統計的にどのように制御するのか、といったことも管理している。その際には例えば、金型のゲート位置と金型の冷却・温度管理、樹脂の流れなど多岐に渡る解析が必要になるのである。

同社はこうした理論に裏打ちされたモノづくりを実践していくために、他にも様々な施策を展開している。例えば、「ひらめき KY」という人材育成に関する施策では、5秒間、加工現場の風景など特定の映像を見て、「映像の中で、加工をするにあたってどのような重要な点が幾つあるのか」、瞬時に判断して回答できるようにするといったことを実践している。ひらめき KYには加工編以外にも、品質編や安全編がある。また、河村化工では設備の内製に非常に傾注している。塗装ラインやラインのパレット、溶接機、自動成形機の配電盤の中身、ついには工場の建屋まで内製している（そのため、同社は社内に建築事務所も有していた）¹⁷。

以上を踏まえて、同社は金型づくりを自社の差別化要因にしている。実際、同社のライバル企業には全国的にも著名な大手自動車部品企業が多い。そうした中で、特に副社長が入社して以降、何年も連続して、年に複数回のサプライヤー賞¹⁸を受賞している¹⁹。また、数十の特許も取得しているし、3日で新たな金型をつくることのできるような優れた技術・技能や発想（凹という形状の成形品をつくる金型はそのままでは難しいが、後行程で成形すると捉えれば、金型の構造が単純になるために、金型づくりが早くなる、など）を蓄積している。こうした高い経営パフォーマンスの基盤には、創業以来、培ってきた技術を科学的に管理・発展させるような経営陣の思いがあると言えるだろう。

¹⁷ 加えて、同社では廃材を100%リサイクルして、次の部品づくりに役立てている。

¹⁸ 2003年にはSlim,Simple,Compact大賞も受賞している。これは大手の自動車部品企業よりも早い。

¹⁹ 年に一回、社員の中からその年のMVPも選出している。

図表 31.ラインのパレットも内製している



図表 32.社内には所狭しと表彰状が飾られている



事例 6 株式会社小西金型工学

取材日時: 2012 年 1 月 26 日

主な事業: プレス金型設計・製作 NC・MC 加工、ワイヤ加工研磨、機械部品加工、プレス加工・試作・量産、2・3 次元 NC データ作成

同社概要

同社の創業者・現社長は元々、自動車用プレス金型企業の工場長で、自動車のバンパー用の大物金型を手掛けていた。1968 年に小西金型工学（その当時は小西金型製作所）を創業後、ほどなくして近隣の大手電機企業の 1 次サプライヤーからの受注で、TV のブラウン管用の防爆バンドの金型を手掛けるようになる。また、自動販売機の成形部品の金型なども手掛けるようになった。その当時は毎年のように新たな工作機械を導入するなど、非常に景気が良かった。ただし、売上上位 3 社で売上全体のほぼ 100%を占めているような状況だったことも付記する。

同社にとっての好景気はバブル崩壊とともに瓦解する。同じ頃、現社長の子息（現部長：工学修士）が大学院を修了して、入社する。経営存続のために、半年間ダイレクト・メールやはがきの潜在的な顧客に送付や、飛び込み営業に傾注した。その結果、自動車業界などから受注を獲得したのである。現部長によれば、

「当時の自動車業界では家電業界に比べて金型に要求される精度は高くなく、比較的スムーズに他業種からの受注を獲得できた」

とのことである。同社は主力の顧客との長年に渡る取引の中で、「金型の工程短縮」といった固有技術も蓄積していた。こうしたことも同社が比較的、スムーズに新規顧客を開拓できた理由の一つだろう。また、2006 年には 3 次元 CAD なども導入している。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

リーマンショックを契機にして、同社部長はさらに新たな経営の方向性を模索するようになった。例えば、HP の充実など様々なことを実践していく。その中で、まずは 2009 年に大阪工業大学と品質管理学会という枠組みの中で、産学連携を実践している。品質管理学会では「技術伝承」、「過剰品質」、「3S」といった企業経営全体にわたることを現場からの問題として提示している。その上で、同社部長がレポートを執筆し、それに対して大学の教員とディスカッションをすることで、課題解決のヒントを発見している。また、部長は近畿大学の大学院出身であり、大学院時代の友人が近畿大学で機械加工の教員として教鞭をとっていることもあって、2010 年には同大学と産学連携を実施するようになる。そこでは、CFRP の加工方法など現場で用いる技術の高度化が企図されている。

小西金型工学では自社で今まで製造した金型 1 万以上の図面を全て保有していて、さらにデータベース化している。こうした自社の金型づくりの膨大なデータベースと、上述した産学連携で獲得した科学的な分析手法のノウハウが合わさることで、非常に簡潔に自社の金型の特長を顧客企業にアプローチ&PR シートとして提言することを可能にしている。また、その一つの表れとして、金型用語辞典というかたちで、

「金型の成形プロセス、材料、切削工具、成形・加工方法、金型の使い方」

を HP で公開している。これは「自社でどうやって金型を開発し、製造しているのか」、「どうやって金型を使うのか」を仔細にわかりやすく、丁寧に説明し、まとめたものである。こうしたものを見て、新規の顧客が同社にコンタクトをしてくるのである。部長は顧客に対する情報発信として、

「単に、『～』の分野の金型をやっている、だけでは説得力に欠ける。あくまで次世代の『～』という金型の研究開発を行っているという事実と意欲、その訴求力が顧客を惹きつけるのである」

と述べている。同社社長は自社名を小西金型「工学」としたように、技術の高度化に強く傾注・実践している。上記の言葉にもそうした思いが込められていると言えるだろう。現在、従業員は 12 名、およそ 80 社と取引し、金型以外にも大学などに研究用の部品を納めることもある。

図表 33.同社の製造現場



事例 7.小松精機工作所

取材日時:2011 年 11 月 16 日

**主な事業:精密プレス部品一貫製造(各種精密機械部品製造・自動車部品、腕時計部品、医療機器部品、情報機器部品、宇宙航空機部品)、各種金型部品・治工具、
難削材の切削・研削加工**

同社概要

小松精機工作所（長野県諏訪市）の創業者は 1953 年に（有）小松精機工作所を地域の大手精密機械企業の協力企業として設立した。設立当初は時計の組立を手掛けていた。その後、地域全体の生産規模の拡大と受注量の増加とともに徐々に社内に時計の一貫製造体制を構築していく。その中には金型製作も含まれており、1973 年には金型部門も設立している。

1980 年代に腕時計市場が飽和し、地域内の大手企業が海外展開を加速させたことで同社も業態転換をする。1980 年代から 1990 年代にかけては FDD や HDD、CD、DVD に関連した IT 機器部品を手掛けるようになる。しかし、2000 年代に IT バブルが崩壊したことで、現在では自動車部品、特にプレス部品と切削部品の製作が主力の事業となっている。売上に占める自動車部品の割合は 95%を数える。また、同社は歴代の社長・経営陣の方針の下、スイスのエワーグ社の超精密研削盤や米国ムーア社の精密治具研削機といった海外製の設備機械を

「自社の加工にとって良い」

と判断し、積極的に導入してきた歴史があることを付記する。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

上述したように同社のコア技術は腕時計用の部品加工・一貫生産体制で蓄積した金型づくりとプレス加工の技術である。例えば、IT 部品市場に参入した際は、エッチング技術で生産していた FDD や HDD の磁気ヘッドサスペンションをプレス加工で製作するといった工法転換も実施している。現在の主たる事業で自動車の精密部品の製作にも同社の金型づくりの技術、その中でも特に切削技術や研削技術が転用されている。

部品成形を事業として展開していくためには金型製作の技術だけがあっても不十分である。金型製作に必要とされる要素技術を確認たる生産技術として確立することが必要になってく。こうした考えたかを基軸にして、同社では自社が保有する金型製作技術の中でも特に高精度の切削加工や研削加工、プレス技術に依る量産部品成形を展開している。より具体的にそのプロセスを見ていこう。同社の金型部門は工作部門から独立している。こうした歴史的な背景もあって、当該金型部門の技術者はそれぞれ放電加工やマシニング加工

など機械加工に関するプロフェッショナルとも言うべき存在である。個々の技術者は要素技術の深掘に注力し、それぞれの技術を束ねるかたちで部門長が金型設計を行っている。こうした組織構成が相まって、同社では

「この工程でこの精度で金型部品を加工・成形する」

「ここで外形検査をする必要がある」

「その結果、このような金型を製作できる」

といったことを詳細に計画しながら、金型づくりを実施しているのである。加えて、「どのような条件・素材で、どのような切削工具をどのように用いるべきか」といったことも深く研究しており、東京の工学系大学と「切削過程」の分析に関する連携も実施している。また、小松精機工作所は加工プロセスのアウトプットの測定にも注力しており、同社以外にはほとんど保有されていないような、欧州系のナノ・レベルの測定器も保有している。量産部品はサンプル抽出して、統計的な品質管理手法も適用している。さらに、プレス加工を実施する際に、プレス機械・パンチ機械の動作・精度をどう図るか、どういう測定方法を活用するか、といった点にまで考えを巡らせている。

同社がこうした技術的蓄積の上に実現させたモノの一つが

「電子制御燃料噴射インジェクタ用オリフィス（オリフィス）のプレス加工技術」

である。オリフィスは電子制御燃料噴射インジェクタの先端に装着されて噴射量や噴射角度を制御するための部品である。当該部品の製作のために、同社は超微細径斜孔を穿つプレス加工技術を産学連携なども踏まえて開発したのである。同時に、燃料噴射孔の孔径精度をサブ μm レベルで実現することで燃料の噴霧流量と噴霧角度の機能保証も行っている。こうした機能保証が必要とされることは、プレス成形部品としては極めて異例のことである。言い換えれば、小松精機工作所は顧客に代わって、その加工プロセスの中でこうした機能保証を行っているとも言えよう。こうしたプレス成形技術の延長線上に、同社は国内大手自動車企業の電池事業に関して、コンサル事業も展開している。現在、同社の売上のおよそ 4 割を当該部品が占めており、ドイツ系や米国系の自動車企業などとも取引している²⁰。

なお、同社現部長が元々、東京都内の工学系大学を卒業し、物質・材料研究機構に所属

²⁰ 小松精機工作所はスイスの機械メーカーからの紹介で 1988 年からドイツ系自動車部品企業と 1993 年から米国系自動車企業と取引を開始している。同社は「機械をスイスのメーカーから購入していたので、海外企業との取引には特段の障壁はなかった」とコメントしている。

していたこともあり、積極的に産学連携を展開している。現部長は産学連携の成果として、具体的な技術開発以外にも、

「従業員が課題に対する解決のプロセス≡どうやって、成形・加工によって生じた/生じる現象を実験・解析するかといったこと学べる」

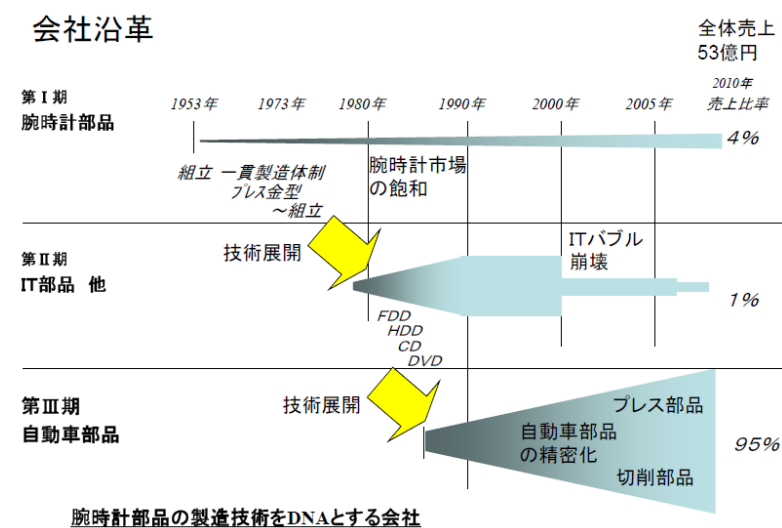
と述べている。加えて、

「従業員が学会用語を使えることで、顧客とのコミュニケーションが円滑になる」

「国際学会の報告資料や学会論文を顧客に送付することが、自社にとって非常に有用な新規顧客開拓につながる」

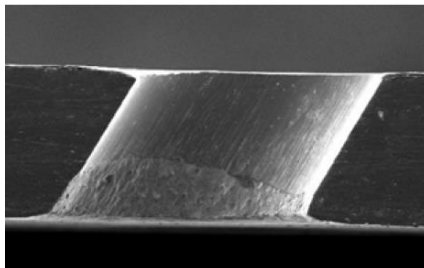
とも指摘している。実際、同社は簡単に数えただけでも、4つの大学、2つの政府系研究機関と産学連携を実施しているとのことである。

図表 34.同社の技術的変革

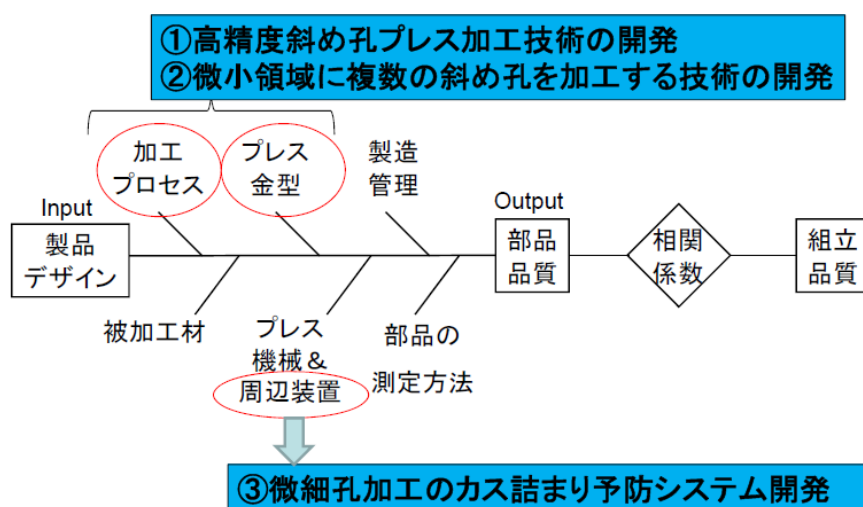


図表 35.同社の電子燃料噴射用オリフィスのプレス加工技術と評価

- 孔径精度, ばらつき
- プレス抜き角度精度
- 孔内面粗度
- パンチ入りロダレ
- 破断面量, 面粗度
- パンチ出口バリ, カエリ



図表 36.コア技術の解析と評価



事例 8:株式会社最上インクス

取材日時:2012 年 1 月 31 日

主要事業:電機・電子部品(コネクタ・リレー・スイッチ):通信(光伝送)機器:車載電装(パワーモジュール・カーナビ):分析機器:エネルギー:フィン:その他

同社概要

最上インクスはプレスによる薄板加工の試作を手掛ける企業である(従業員数 97 名、売上 22.5 億円)。その顧客は数百社にのぼり、大手通信機器企業を始め、弱電や産業機器、車載用電子機器など幅広い部品加工を手掛けている。最上インクスは 1950 年に現社長(三代目)の祖父が創業した。元々、創業者の家はお寺だったのだが、実家を継がずに飲食関係の商売を始めたのである。しかし、飲食関係では利益があまりあがらず、ブリキの玩具などを加工するようになり、その内、モノづくりが本業になったのである。1960 年頃から近隣の幾つかの大手電機企業からの部品加工案件を手掛けるようになっていく。1970 年代のオイルショック、1980 年代半ばのプラザ合意といった経営環境の変化を受けて、同社では経営者の代替わりなどを契機に、今までの量産一辺倒から、試作のためのプレス加工を自社事業の軸にしようと企図した。当時は 20 名ほどの従業員がいてその大半が反対した。しかし、

「言われたことをやるだけの下請からの脱却」

を目指した経営陣の判断もあり、そうした方向性に邁進することになる。このとき、同社では納期やコストの関係から、自社内での金型づくりも志向するようになった。現在の同社の売上の内訳は量産 55%、試作 45%である。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

試作は受注案件ごとにつくるものが異なる。そのため、要望された加工案件を「できるか/できないか」の判断することが事業の基軸になる。こうした中で、金型づくりも必然的にスピードが要求されるようになる。一品ごとに金型を 1 からつくっていたのでは、顧客の要望を満足できない。その結果、同社は「金型の外側は標準化して、コア部分だけ加工する」といったことを行うようになったのである。その後、2000 年頃までは多少は浮き沈みがあったものの、デジタル家電業界からの試作案件の受注を中心に売上は安定して推移する。

しかし、2008 年のリーマンショックを契機とする経営環境の激変が同社の経営を直撃する。リーマンショックの直後は半年間、ほとんど仕事がないという経験もした。こうした中で、三代目である現社長は「単純な加工の領域では仕事にならない」という思いを強くする。その結果、「新しいモノづくりのかたち」、「モノづくりからコトづくり」、「顧客がや

りたいことを薄板加工で実現する」という幾つかのキーワードを軸にして、顧客の「これができたら、、、」という要望に対してソリューションを提示する「モノづくりモール」という新たな事業を発案する。その一環として、顧客に対して、エネルギーなど次世代産業に関わる部品成形の提案も行っている。

なお、現在、グローバル競争の激化から顧客の開発スピードが向上している。加えて、試作という事業形態やさらには上述したモノづくりモールというコンセプトに沿えば、顧客の納期上の要望に迅速に対応していく必要がある。その結果、同社内でもトライ&エラーに当てる時間が減少している。こうしたことは、最上インクスの競争力の鍵となる金型づくりにも如実に影響を与えている。言い換えれば、自社内での金型づくりに「精度」と「早さ」という二つの価値を織り込まなければいけないのである。現在、同社は平均して一ヶ月間に 400 点の受注案件を手掛けている。これは一ヶ月間に 400 個の新たな金型をつくらなければいけないのと同儀である。もちろん、要求される精度も以前と比べて 2 倍以上に向上している。

それではどのように精度と早さを兼ね備えた金型づくりをしているのだろうか。その一つが「レシピ」や「メニュー」と同社で呼称している手法である。これは金型づくりに必要とされる工程プロセスを分解して、パターン化していくものである。例えば、同社では「放熱部品」を試作・成形することが多々ある。そうした放熱部品は作り方や形状に幾つかのパターンが存在する。こうしたパターンを自社内で解析し、作り方とそこに必要とされる標準的な金型部品を蓄積することで、非常に短納期で精度の高い金型づくりを達成することができるのである。加えて、現社長は

「顧客との技術的なコミュニケーションの多くを図面に頼っていた」、

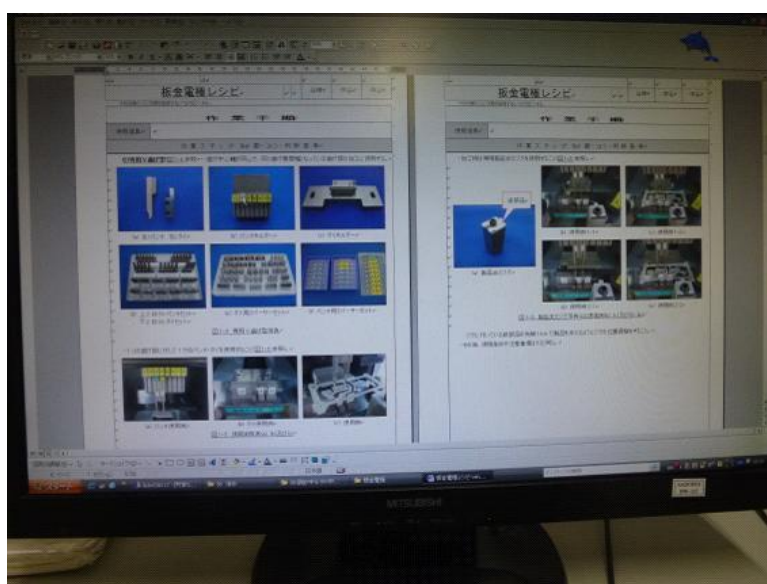
「自社技術をパターン解析することにより、顧客との間に共通言語が生じ、コミュニケーションが円滑になった」

と述べている。外部に金型を外注すると、同社の生産設備との相性でセットしにくかったり、また、メンテナンスをしにくかったりする。そのため、自社内での金型づくりに傾注、さらには「金型のサイズ、構造、標準化」に焦点を当てているのである。その上で、上述したような手法から「顧客の理想」を金型に入れ込み、プレス工法によって実現しているのである。なお、現社長は米国で機械工学を学んだ人材であることを付記する。

図表 37.社内で標準化された金型部品



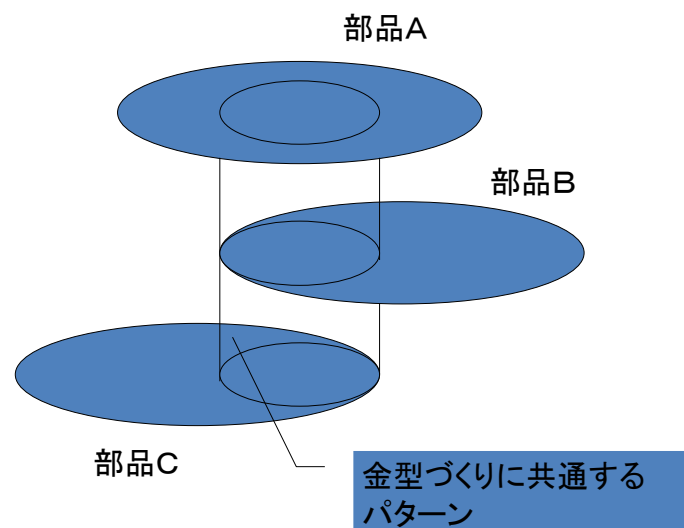
図表 38.金型づくりの“レシピ”



図表 39. 同社試作プレス現場



図表 40. 金型づくりとパターン化



事例 9 株式会社サイベックコーポレーション

取材日時: 2011 年 11 月 23 日

主たる事業: 自動車用機能部品、医療部品、コンピュータ周辺機器などの超精密部品の金型開発及びプレス加工

同社概要

サイベックコーポレーション（従業員数 70 名、売上 19 億円）は 1973 年に前社長によって創業された企業である。同社のコア技術は「CFP 工法（冷間鍛造順送プレス）」と呼ばれるもので、切削加工で製作するモノをより安価なプレス加工で提供することを志向している。現在の 90% は自動車関連が占めていて、主要な取引先は国内大手自動車部品企業やカナダに立地する自動車部品企業などおよそ 30 社にのぼる。対象とする業種も次世代自動車に関連するリチウムイオン電池、燃料電池など先端的な高機能部品である。同社も 1990 年代は電機・弱電関連の受注を手掛けていた。しかし、日本全体で電機関連の生産が海外シフトする中で、それに先んじながら、上述したコア技術を形成することで業態転換を図ってきたのである。

現社長はある私立大学工学部を卒業後、カナダ留学を経て同社に入社、2009 年に二代目社長に就任している。現社長は自身の留学経験もあり、元々、海外志向が強かった。加えて、2011 年の東日本大震災時に

「国内の顧客からの受注が滞った一方で、海外の顧客からの受注が途切れなかった」

といった経験をしたことで、現在では欧州市場を主軸とした海外市場における需要獲得を積極的に展開している。さらに、2012 年夏に大規模な地下工場を開設するなど、大規模な設備投資により、生産能力も拡大させている。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

サイベックコーポレーションは金型を用いたプレス成形は万能ではなく、「元々の情報がぼやけて素材に転写されてしまう」とも捉えている。そうした考えに基づき、

「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、検証する」

「情報がぼやけてしまうという現象を『なぜ: Why』と捉え、理論的に解析する」

「何を解決すれば情報がぼやけることを回避できるのかを見出す」

「走査顕微鏡やレーザー顕微鏡そしてマイクロ스코プといった素材分析評価試験機などを用いて、見えなかった現象を見えるようにする」

といったことを突き詰めていく。これが同社の部品成形⇨超高精度転写技術の基盤なので

ある。より具体的に見ていこう。同社の部品量産の基軸の一つとして「成形・加工条件を満たしたうえで、当該部品の機能を保証する」ということがある。サイベックコーポレーションではVT研究所（技術開発の主軸を担う社内組織）が管轄して設計－組立－加工－量産の個々・全体のプロセスを向上させることを強く志向している。例えば、金型の製作工程に関しては「金型の精度をいかに向上させるか」、プレス工程に関しては「金型寿命を1万ショットから2万ショットいかに向上させるか」といったことをトータルで考えているのである。実際、いくら精度の良い金型を製作したとしても、プレス機械の精度が悪ければよい部品成形など望むべくもない。金型づくりには研削加工、切削加工、放電加工といった多様な要素技術が必要になる。同社では「金型製作技術」として大枠で自社の金型づくりを捉えるのではなく、金型をつくるための要素技術それぞれ

「これが自社の研削技術である」

といったように確立することを強く企図している。例えば、

「ワークを限りなくゼロに近い精度で平面・直角に加工する精密研削技術を重ね合わせることで、高精度の金型を製作可能になり、それが主力生産品目であるサイクロイドギアの量産につながってくる」

と強く認識しているのである²¹。これは個々の要素技術を深堀っている、と言い換えることもできるだろう。再び研削加工を例に出そう。サイベックコーポレーションでは上述したVT研究所を主体として、研削工程でのアウトプットを安定化させるために自社独自の工法を開発、その中で、砥粒やボンドを調整した自社独自の砥石まで開発しているのである。こうすることで、自社の研削工程のアウトプットを「保証」することが可能になるのである。

同社サイクロイドギアに見るモノづくりと科学的手法

その一つとして、自社で製作しているサイクロイドギアの歯形曲線は自社独自に設計・加工したものなのである。機能を保証するためには、成形・加工結果を測定することが非常に重要になる。そして、そのために社内で測定技術確立し、「測定結果をどのように解釈するか」ということにも傾注していかなければいけない。言い換えれば、

「こういった測定技術を基盤としてプレス加工したから、正しく金型の情報が素材に転写されている」

²¹ 同社は自社で研究開発している技術を「CS情報カタログ」として、HP上で一般に向け情報発信している。

と顧客に提示できる/保証できるようにならなければいけないのである。具体的に見ていこう。加工機械は長年使うと必ず経年変化が起きる。そのため、測定技術で加工機械の精度を保証しなければいけない。それでは、測定機自身に経年変化が起きたらどうするのか？こういったことを突き止めていった結果、自社工場内に

「測定機械のマスター」

を設置している。当該マスター機械は三次元の空間精度もマシンチェックゲージで毎月、確認されている。こうした測定に関するマスター機械を配備することで、同社は自社内に

「加工の基準」

をつくることを可能にしている。絶対的な基準が自社内に存在することで、各加工工程の中で「一体、何が問題になっているのか」分析し、解決することができるのである。加えて、加工プロセスのアウトプットと製作した部品の機能を保証することが可能になるのである²²。現社長は金型づくりに関して、

「金型は数多くの金型部品によって構成されている。それぞれの金型部品が有する誤差は組立工程を通じて、調整がなされることが多い。しかし、組立工程でも誤差が生じてしまうため、うまく調整できないことが多々ある。結果として、金型そのものに相応の誤差が付帯してしまうのである。加えて、金型は一品モノの装置であるため、金型全体としての誤差を測定・修正しようとしてもうまくいかないことが大半である」

と述べている。以上より、上述した要素技術の蓄積を基盤に、金型部品の段階からミクロン単位で加工・成形することで組立工程での調整が必要のない金型づくりを目指しているのである。そして、自社で用いるプレス機械の精度がどのようなもので、どのように修正すれば、どのような付加価値を付与できるのかまで分析した上でプレス成形を実施しているのである。

以前、同社の従業員は設計、組立、加工、量産など原則として、単能工として個々の技術の深堀を実践している方々が多かった。しかし、現在では、体系だった人材育成プログラムとして2010年4月より「ものづくり未来塾」という名の独自の社内研修制度を開講した。具体的には、業務終了後、「金型の構造」、「素材の流れ」、「めっき」といった金型周辺分野の知識習得を目指す基礎コース（合計8コース：1コース定員30名・8時間）や試作、

²² 現社長は「同社が工場見学を広く受容しているのも、他業種・他分野からのアドバイスを広く受けること自社の欠点を明らかにし、その延長線上によりよい精度保証を実現していくことが理由の一つである」と述べている。

切削、研削、放電など実際に機械をつかった実践コースが開講されている。そこでは、いわゆる年配の人材が講師となって若手を指導するスタイルをとっている。加えて、先に述べたように「なぜ：Why」をここでは指導している。

「研削とは何なのかを教える際には、実際に加工した後に加工面を顕微鏡で確認する」
「金型内を油がどのような形状で流れているのか確認する」

といったように、「加工工程でどのような現象が生じているのかをより具体的に観察していく」ということが一つのキーワードになっているのである。

現在、サイクロイドギアの開発に関して、近隣の表面処理企業に加え、地域の高等専門学校で教員・研究者と連携していることも付記する。

図表 41.同社のマスター測定器



図表 42.同社はサンプル製作を自社の加工技術を
深堀するためのツールの一つと捉えている。



事例 10.田中精工株式会社

取材日時:2012 年 2 月 1 日

事業概要:・ 精密ダイカスト金型、トリミングプレス金型、治工具の設計・製作、精密ダイカスト部品、高品位ダイカスト完成部品、 エンジニアリングプラスチック部品の一貫生産、電気電子機器 (OA・FA) の精密部品

同社概要

田中精工の創業者・初代社長は航空機関連の部品企業の技術者だった。同氏は戦後すぐの 1946 年に独立・創業する。創業当初は近隣の大手企業のダイカスト部品の後工程に関わる加工を手掛けていた。その後、1950 年代末には当時の主力の顧客企業から要望され、金型づくりを手掛けるようになる。加えて、1969 年には主力の事業であるダイカスト鑄造を手掛けるようになった。

創業者や創業者の実弟など同社の経営陣は技術開発と設備投資を強く志向する人材だった。例えば、1960 年代後半には NC 旋盤機を近隣の企業に先駆けて導入している。こうした志向は 1970 年代のオイルショックを経た上で、田中精工の事業継続のための指針の一つとなっている。1980 年代には大学で材料工学を専攻した現取締役・管理部長が入社、1983 年には CAD/CAM システムを近隣地域の企業に先駆けて導入したことも相まって、それまで「職人の経験と勘」の占める割合が多かったモノづくり現場をよりシステム化していった。同氏は都内の国立大学で鑄造の流動解析に関する研究に携わったこともある人材である。その当時は 5・6 名の工学系の人材が同社に勤務していたという。こうした同社のモノづくりに対する思想は現在まで脈々と受け継がれており、1989 年にはダイカスト鑄造一貫自動化ラインを構築したり (1994 年 第一回京都中小企業技術大賞受賞)、2004 年には自社の協力企業に対して EDI (Electronic Data Interchange) を導入したりしている (IT 経営力大賞 2009)。

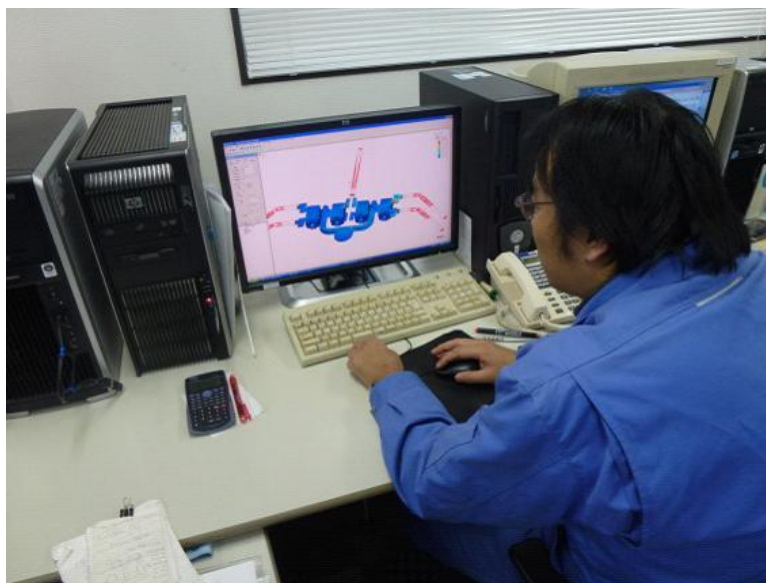
金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

田中精工ではリーマンショックを契機とした経営環境の変化に対して、上述した流れの延長線上に新たな経営施策を展開している。その一つはダイカスト鑄造工程にソフトウェアによる鑄造解析を導入したことである。ダイカスト鑄造では湯 (材料を溶解したもの) を金型に押し込むスピードが一瞬であり、材料の状態や金型の状況が成形品に大きな影響を与える。数年前まで同社では技術者がそれまでの業務経験を基盤にした勘を頼りに、ダイカスト鑄造品と金型の関係、すなわちダイカスト鑄造工程における部品成形の良し悪しを見極めていた。現在では PC 上で先に金型内に押し出した湯の流動解析を実施する。その解析結果・データをもとに、ダイカスト鑄造工程の技術者と金型の技術者が議論することでより精度の高い金型づくりを可能にしているのである。こうしたシステムの構築により、金型工程およびダイカスト鑄造工程における不具合の発生率は飛躍的に減少したとのこと

である。

なお、同社では現場の生産設備を稼動した際に生じた不具合を「どういう条件でそれがおきたか」を踏まえてデータ化もしている。さらに、鋳造した成形品を直接に検査することで金型の品質を厳密に管理している。加えて、もともとの成形品の図面を品質保証部に送り、何を検査すべきかその項目を提示している。こうした施策から、検査工程の効率化も実現しているのである（同社ではこれを CAT システムと呼称している）。同社はダイカ

図表 43.ダイカスト鋳造工程を解析する同社技術者



図表 44.CAT システム



図表 45.同社の金型づくりの現場



ストの一貫生産体制を有しているが、各工程を通じて最適な成形品を得るためにこうしたシステムに傾注しているのだと解釈できよう。また、部長クラスは工具や切削スピード、加工条件、刃物、切削油などにそれぞれまとまった知識を有し、お互いに情報交換していることを付記する。

事例 11. タミー株式会社(旧名:株式会社タミーマシナリー 神奈川県綾瀬市)

取材日時:2011 年 11 月 21 日

主な事業:精密金型の設計製作、製品開発・試作品製作支援、樹脂・CIM部品の量産、ジルコニアフェルルールブランク製造システムの技術移転

同社概要

現社長は国内の大手金属企業 M 社に入社、その後、M 社の出資企業である国内でも著名な金型企業 G 社の座間工場に出向した人材である。現社長はバブル崩壊後、M 社に戻った際に当時、赤字を計上していた M 社のダイカスト金型部門を黒字化するなど経営・技術の両面で手腕を発揮していた。その後、1990 年代半ばに独立・創業を企図するも、上述した G 社の座間工場(=当時、グループ企業の Z 社)が閉鎖されるとの報を聞いた。そのため、現社長は M 社の仕事を継続させる為、Z 社の技術者を M 社が金型を発注していたタミー(当時従業員数 27 名、現在 55 名、売上 6~8 億円)に移籍させ、その後自らも M 社を退社、タミーに従事することになったのである。

ただし、当時のタミーは経営管理が杜撰で、非常に非効率的な経営がなされていた。現社長は上述した過去の経験を基盤に一社員の立場で、1~2 年で黒字を計上するように改革した。当時の経営陣や従業員は

「まさか、利益が出るなんて」

と驚嘆したという。その後、幾つか紆余曲折があったのだが、最終的に、現社長が経営権を購入するかたちで 2000 年に代表取締役社長に就任することになった。地域の金融機関などがバックアップしてくれた上での話だったとのことである。

現社長は積極的に設備投資を実施しながら、競合他社が比較的少ない市場ということで IT 機器用の光ピックアップ用の小型精密金型を手掛けるようになる、また、およそ 10 数年前から、タミーでは「10 年後、どういう会社にしたいのか」、「その為には 5 年後、どのような姿になっているべきか」「その為には今何をしなければならないか」ということを考える場として、「10 年委員会」を定期的に開催し、今後の方向性を全社で検討していた。その中で、2002 年には光ファイバー用コネクタの主要部品であるジルコニアフェルルールブランク製造技術確立の為、脱脂・焼結炉を設備しブランク製造のトータル技術支援を手掛けるようになった。同社の HP にはジルコニアフェルルールブランクの生産システムマニュアルも掲載されている。

また 4~5 年前から、試作品も手掛けるようになっている。「どういう風に作ったらいいか分からない』『イニシャルコスト(金型費用)、開発費がない』といった顧客の埋もれたアイデアを実現するため、展示会などにも積極的に出展した。その結果、歯科医療器系の部品などの受注を手掛けるようになり、それと歩みを同じくして、セラミックや金属の射出

成形も手掛けるようになったのである。現在も多くの開発アイデアが持ち込まれ、その実現に向けて苦労を重ねているが、金型費の同社負担も少なくはない。また同社は、そんな開発支援を進める中で実現に至った高付加価値製品の量産事業も視野に入れるに至ったが、いわゆる中小企業で従業員も少なく、生産計画や品質管理ができるような人的資源に乏しかった。そのため、日本電産ニッシン（エンジニアリングプラスチックの精密成形および樹脂レンズなどの製造）に自社株式の 80%を譲渡することで、当該企業の子会社/日本電産サンキョーの孫会社になったのである。これにより、同社は成形部品の量産につながるような事業上の経営資源・ノウハウを親会社から獲得・活用し、もって、成形部品の量産～組立事業までを軌道に乗せることで、事業継続を成し遂げようとしている。

図表 46.同社の多様なサンプル



図表 47.同社の試作成形現場



事例 12.株式会社 戸畑ターレット工作所

取材日時:2011 年 12 月 16 日

主な事業:アルミダイカスト部品、非鉄鍛造部品(銅・アルミ系)の製造・販売、機械加工全般及び摩擦圧接加工

同社概要

戸畑ターレット（従業員数：96 名、売上：15 億円-16 億円、顧客の数：数十社）は 1962 年に親会社である戸畑製作所より独立し、ターレット旋盤による水栓金具の切削加工で操業を開始した。その後、1978 年に鍛造技術の研究開始、1981 年に鍛造および金型部門を強化するため社屋を増築したり、1992 年 02 月 コマツ社製 250t 冷間鍛造プレス機械を導入したりしている。創業当初より、近隣の手衛生陶器・住宅設備機器企業 T 社に売上のほぼ全てを依頼する協力企業だった。しかし、経営環境の変化に伴う主力の顧客の経営方針の変更もあり、10 数年前から新事業展開と顧客の多角化を図るため、1995 年イタリア・メコール社製 200t 全自動鍛造プレス導入に踏み切ったりもした。

戸畑ターレット工作所 開発グループの K 氏は福岡県内の工業系国立大学出身だが、研究室の担当教官と二代目社長との縁がきっかけで同社に入社する。上述したように、K 氏が入社後すぐに主力の顧客である T 社からの要望で、同社は経営方針の変更直面していた。K 氏は工学系の大学卒ということで新たな生産ラインの立ち上げを担当し、その中で鍛造加工や放電加工など金型づくりなど、同社が有する生産技術を経験していく。

2005 年頃から、同社が立地する北九州の自動車産業の規模が拡大し、その中でアルミダイカスト部品の需要が生じた。これを機会に、同社もアルミダイカストを手掛けることで自動車産業への参入を企図するようになる。この背景には、当時、T 社の社長が地域の商工会議所の会頭を務めており、そこからの情報提供もあったという。現在では売上のおよそ 2 割が自動車関連/アルミダイカスト部品である。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

戸畑ターレットでは自動車の足回り部品の軽量化を実現すること（工法転換）を技術開発の軸の一つに置いている。そのためには当該アルミ部品が鉄と同レベルの強度を有することが必要になる。よって、鍛造プロセスの中でアルミの粒度/強度を向上させ、同時に優良な靱性をもたせようとしている。その際に、同社が外部から導入した科学的知識が九州工業大学の教官が有する解析の技術や圧延の技術だった。すなわち、産学連携を通じて、同社は要素技術を高度化させているのである。例えば、解析については業界では著名な解析ソフトを活用しながら、

「鍛造で成形した部品に関して、どのくらいの分布で歪みが生じているか。歪みがどのようになっていると強度が落ちる」

といったことを解析し、合わせて、

「どのような鍛造条件で、そうした歪みの分布が生じなくなるのか」

といったことを見出している。加えて、こうした知見を実際の現場でのモノづくりにフィードバックさせるために、鍛造技術のコアである金型に関して、「金型づくり→鍛造→解析→金型づくり」という手順を繰り返し、現場で含んでいる。その上で試作のリードタイムを短縮するため、金型づくりのリードタイムもできるよう金型設計の自動プログラムを整備する。K氏によれば

「1990年代は技術者がトライアンドエラーの経験則に則って、金型づくりをしていた」

「しかし、2000年頃から上述したように解析ソフトを積極的に利用することで、鍛造条件やそれに関わる温度や歪みなどを乱しながら、金型づくりを行っている」

とのことである。加えて、金型づくりに関しては、

「金型により成形された製品で顧客を満足させなければいけない。そのためには、金型の前後の工程を深く把握しながら金型づくりをしなければいけない」

「金型がどのような環境で使われるのか、金型がどのような工法で使われるのか、そこを理解することが重要になる」

図表 48.イタリア・メコーラ社製 200t 全自動鍛造プレス機械



と述べている。こうした施策の結果、戸畑ターレットでは組立メーカーなど顧客に対して、十全たるコスト低減の提案をする。なお、同社は展示会を積極的に活用しながら、営業担当者（2名・文系）と開発担当者が一緒に行動することで、自転車の高付加価値部品を始めとする新規顧客開拓も展開している。

事例 13.株式会社ナカキン

取材日時:2012 年 1 月 25 日

主な事業: 軽合金事業部:自動車のエンジン部品 軽合金アルミ製造、加工によるインテークマニホールドの開発、産業精機事業部:サニタリーロータリーポンプ及び付帯装置、**金型事業:**各種金型の設計・製造 グラビティ金型、ダイキャスト金型、シエルモールド用金型、焼結用金型、鑄造用金型、金杵、シエルモールドマシンの製作、**開発事業:**エンジン研究室・システム開発室 エンジンに関する性能テスト。3 次元 CAD/CAM、光造形機による試作品製作。ポンプ付帯装置の研究開発製造

同社概要

ナカキンは 1950 年に現会長の実父が創業した。創業当時は木型・金型製作とアルミ銅合金鑄造の 2 事業を営んでいた。その後、現在に至るまで上記をコア技術とし、事業を多角化させていく。ここではナカキンの金型部門に焦点を当てていこう。現在の同社金型事業は 3 割が内製用で、7 割が外販用である。その主力の顧客は国内の自動車企業だった。

しかし、国内における自動車の販売台数の低下から、同社金型事業部門の売上は低迷する。その中で、組織のスリム化を図っていった。10 年ほど前には金型事業専属の従業員として 70 名ほどの人員が在籍していたが、現在では自然減少や他部門への移籍で 20 名ほどになっている。その上で、仕事が忙しくなったら、他部門の従業員を充当するといった施策を実施している。この背景には「金型は需要の変動が大きいので、固定する従業員数を多くしないほうがよい。仕事のあるときに手掛ける人数を増やすべきである」という同社の考え方がある。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

現在、ナカキン金型事業部門に所属する人材は設計担当者と仕上げ担当者が主である。そうした人材が機械のオペレーションにも十全な対応をすることを可能にするため、多能工化を積極的に推進している。こうした施策の中心になっているのが工場長である N 氏である。N 氏は 1983 年に入社、元々、文系であるに関わらず、人員の欠員とともに金型事業部門を一通り経験、その中で営業も経験した人材である。数年前に金型事業の工場長に就任するが、N 氏は以前の同社金型事業部門を述懐して、

「かつては個々の技術者のマンパワーに依拠していて、全体としての金型づくりの基本も基礎も現場にはなかった。そうした中で、海外の金型企業との競争に直面、コストでは太刀打ちが出来ないと感じた。その中で、自社の金型づくりにどのように付加価値をつけるかを考えていった」

とコメントしている。加えて、かつては同社独自の金型づくりの技術というものが乏しか

ったとも感じている。金型企業としての独自のノウハウがなく、例えば材質に応じた金型づくり、といったこともせずに、CAD /CAM で設計した図面から単純にマシニングセンタで機械加工をしていただけだった。極端な表現をすれば、設計工程でも CAD/CAM のアイコンをクリックするだけだった。その上で、極端な分業化がなされていたので、それらを一回やめて、多能工化を通じて、同社の金型づくりを再構築しようという話しになったのである。

そういった中で、N 氏は金型づくりの原点回帰を実践する必要性を感じとった。「知識はあるが、知恵がない」現状から、考える能力・ノウハウを必要と感じとったのだとも言えよう。N 氏は

「かつての設計者は 2 次元図面を見て、電卓 1 つでポイントや角度を計算し、金型図面を作成し、頭の中で 3 次元化していた。しかし、今では客先から 3 次元データをもらうため、設計者が考えることをしなくなった」

と述べている。そのため、同社では現在、

「現在では機械加工者に汎用フライス盤を使わせて、自分でワークをセットして自分で加工条件を考えさせながら加工させる」

といったことを実践させているのである。その延長線上として、川下である自社内の casting 工程と人的交流をしたり、各技術者に「海外での技術指導」も課したりすることもある。例えば、インドネシアの casting 工場、海外客先（中国、マレーシア）で実践している。こうしたことを金型事業部門の 20 名に対し、5 年くらいかけて実践してきた。例えば、現場の技術者 3 名を幾つもの機械加工の工程、仕上げ、検査で二年ごとに学ばせて、回転させている²³。加えて、月に 2,700 時間無人加工をして、一人 10 数台の機械を扱える人材を 5 名ほど育成するなど、機械加工の多能工化といったことも現出させている。加えて、ナカキンでは数年前から CAE を用いて、シミュレーションと流動解析、凝固解析、熱解析も積極的に実践している。その上で、 casting した成形品と解析上のギャップを分析し、そのデータをもとに効率よく金型をつくる。

以上を踏まえ、同社がつくる金型のトライ回数は数年前の 3 分の 1 から 4 分の 1 まで減少している。加えて、磨き技術を高度化させることで離型性も飛躍的に向上した。さらに N 氏は

「プレス用やプラスチック用に比べて、 casting 用の金型は標準化が遅れている。なぜなら

²³ 同社では技術者が 40 歳になるまで担当部門を固定させない方針だと言う。

図表 49.金型工場に導入されたシェルマシン



ば鑄造機械の機種がそもそも多く、それも一品一様なのである。そのため、金型も種類が多い。こうした中で、いかに自社内で楽に金型をつくれるように段取りを設定するかが重要になってくる」

と述べている。以上の施策から、海外の金型メーカーに対する差別化が生じるのだろう。同社では 1 年ほど前から金型工場にシェルマシンを導入している。その上で、実際に中子造型を実体験することで、金型設計に生かしているのである。

事例 14.株式会社ニチダイ

取材日時:2012 年 1 月 31 日

主要事業:精密金型の開発・製造・販売、精密鍛造品及びその関連する成形品の開発・製造・販売、各種ろ過装置及び金属ろ過材料の開発・製造・販売、各種焼結金属の開発・製造・販売、精密部品の組立及び開発・製造・販売

同社概要

ニチダイは 1959 年に先代社長の田中善昭氏によって創業された企業である（従業員数連結 447 名、単独 292 名）。田中氏は元々、大阪の超硬メーカーで線引き用超硬ダイスの加工に関わっていた。同社は当該超硬ダイスの加工のために、放電加工機を内製するなど創業当初から技術開発を強く志向する企業だった。また、1962 年にはある自動車メーカーがドイツから「マイプレス（鍛造用のプレス機械）」を導入したのを契機に、線引き用超硬ダイスの分野で名が知られていた同社に対して、「冷間鍛造超硬型」を発注した。創業者は材料力学を集中的に学ぶことにより、冷間鍛造超硬型の製作を実現したのである。また、創業者は個人経営・下請からの脱却を強く志向していたことも付記する必要がある。こうした創業者の塑性加工技術に対する思いの延長線上に、金型づくりの要素技術の一つである「熱処理技術」を活用して、1974 年からフィルタ事業（積層焼結フィルター）を手掛け、航空宇宙産業や医薬品産業などに供給している。

1971 年には京都府京田辺市に移転、日本の経済成長・モータリゼーション化とともに事業規模を拡大させていく。ただし、1980 年代後半に、一時売上が減少したこともあり、新たな事業の方向性を模索していく。例えば、鍛造要素技術研究のための実験プレス装置を導入している。また、鍛造成形品の市場獲得などを目的として、米国など海外市場にも目を向けていった（1994 年米国事務所開設）。さらに 1990 年代後半からは部品のアッセンブリの試作を手掛け、それが 2004 年に VG ターボチャージャーのアッセンブリ事業として結実する。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

上述したように、同社は元々、技術開発の基盤構築を経営上の軸の一つにしている。例えば、同社の金型事業部門（ネットシェイプ事業）にはおよそ 300 名の人員が在籍しているが、その内の 1 割が技術開発を職務としている。そうした技術開発担当者は金型づくりに関する技術基盤を部品成形の面からも構築することを目的としている。また、同社では技術者の

「なんで、そうなるのか」

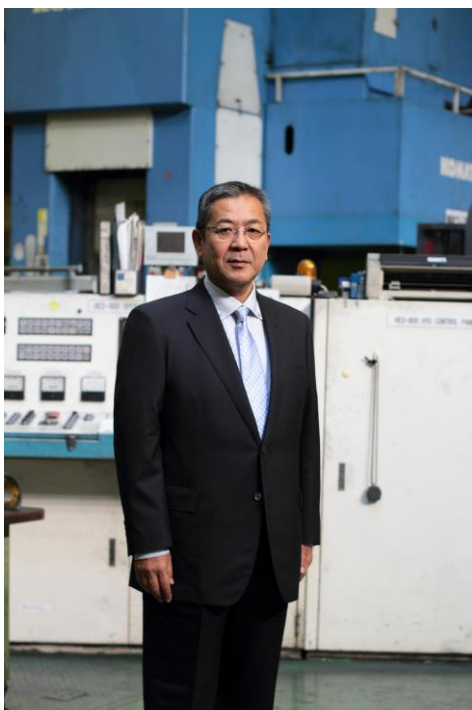
という好奇心を非常に大切にしている。鍛造の金型づくりや部品成形は材料や金型、鍛造

機械、潤滑油、部品の形状など様々な変数に影響を受ける。こうした各種の変数の中で自社の金型づくりや部品成形を最適値に近づけるために、CAD や CAE などの自社独自の開発支援システムや金型変形試験、金型材料特性・評価試験、鍛造要素技術研究を行っているのである。また、昔から金型づくりに関して、工程図を書ける能力を有していたことも特徴の一つである。例えば、現社長は

「常に『部品をどのように成形するのか』を考えることが重要である」

と述べている。なお、同社が基金を提供して、1996 年に日本塑性加工学会精密鍛造国際学術賞を設立していることを付記する。

図表 50.同社社長



図表 51.同社鍛造成形品のサンプル



事例 15.H 社

取材日時:2011 年 11 月 30 日

主な事業:プラスチック金型の設計製作、プラスチック成形加工

同社概要と金型づくり

現社長の父親である創業者・前社長は戦前に近隣の飛行場で航空機のエンジンの修理に携わっていた。次いで、航空機のエンジン部品の製造なども手掛けるようになる。その後、1957 年に東京都品川区で金型企業を創業したのが H 社の出発点である（従業員数 22 名）。創業当初は金型を製作した上で、試作・トライアウトまで行う。また、機械加工も手掛けていた。その当時、受注していたのはホーロー鍋の取手など生活用品・雑貨が主であり、珍しいところでは電力のヒューズ用の金型や線路の締結用のネジなども造っていた。

しかし、同社は手掛けていたモノ、例えば電力ヒューズはそう頻繁にモデルチェンジがあるわけではない。1972 年のオイルショックの後、長期間、経営不振に陥っていき、1980 年にはいつつぶれるかわからない状況になっていた。そんな折、設備関連企業の経理部門にいた現社長が結婚をきっかけに 1980 年に養子として同社に入社する。現社長は同社の事業継続のために営業を展開し、ビデオ・カメラの金型や OA 製品の金型、またメーカーからの部品成形の受注案件を獲得していった。およそ 1 年に 1 件、新規の受注案件を獲得していったという。その結果、商社も介在させながら、CT スキャナの部品用の金型や金融端末用の金型なども手掛けるようになる。現在では売上全体の内、金型 6 割、成形 4 割といった構成になっている。

同社はダイカスト、プレスで成形されていた部品をプラスチック成形に工法転換して、

「このような材料で、このように安く作れる」

ということを顧客に提案しながら、新規の受注を獲得している。より具体的には、熱硬化性樹脂成形品・熱可塑性樹脂成形品といった幾つもの材料を基盤に、プラスチック成形品を手掛けている。特に、熱硬化性樹脂の一つであるフェノール樹脂などを使用して、プロジェクター機構部品の成形も手掛けている。その内の幾つかはベルギーに輸出しているものも存在する。その際には、プラスチックに関する幅広い知識が必要であり、同社はそうした知識・ノウハウを自社に搬入するためにプラスチック関連の OB 人材を獲得・活用している。

図表 52.フェノール樹脂を使用したプロジェクター機構部品



事例 16.扶桑精工株式会社

取材日時:2011 年 12 月 26 日

主な事業:ガラスびん用金型、プラスチック用金型、ガラス成形機械・硝子業界周辺の産業機械

同社概要

扶桑精工（従業員数およそ 300 名）は 1947 年に大阪府大阪市の北区で創業した企業である。創業者は現会長・社長の義理の父親であり、戦前は海軍で物資調達の業務に付いていた人物で、直接はモノづくりとは関係がなかった。しかし、戦後、金型技術者と出会ったことで硝子ビンの金型を手掛け始めるようになったのである。戦後で物資が窮乏していたこともあり、受注は多く、お酒の一升瓶やコップといったガラス製品の金型を数多く手掛けていた。その当時の主力の顧客は近隣の大手硝子企業 N 社だった。

1980 年代に創業者・前会長が訪米し、当時の米国市場で主流だった自動製瓶機（IS マシン）を目の当たりにする。前会長は

「日本の硝子瓶づくりは遅れているのでは？」

と痛感し、自社で当該製瓶機を製造するようになったのである。扶桑精工は創業当時よりガラス用金型をつくっていた。良き得意先に恵まれ、良き指導を得たこともあり、より良い成形機械の使い方が社内に蓄積されていたのである。また、当該成形機で「硝子をどのように精度高く成形するか」といったノウハウが必要になり、それが同社の金型づくりにも大いに活かされていると言えよう。

20 数年前には主力の顧客である N 社がフィリピンで食品製造を営む S 社と合弁会社を設立する運びとなった。ただし、合弁会社設立当時、フィリピンの金型品質は悪かった。扶桑精工と S 社は 40 年前より親交があったこともあり、金型製作の分野で技術援助することが求められたのである。その結果、1990 年代半ばにはフィリピンに合弁会社を設立することになった。現会長によれば、「17 年近く経過したが現在も（S 社とは）友好関係は継続している」とのことである。

現在、扶桑精工の売上はガラスの金型、関連する各種の設備機械、自動車用金型、プラスチック用の容器で構成されている。1980 年代初頭から自動車部品用の金型も手掛けていて、試作まで実施している。自動車部品関連では、国内最大手の自動車部品企業の占める割合が非常に多いことを付記する。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

扶桑精工では 1986 年に主に人材獲得のために秋田工場を設立している。当初はガラスの金型の加工のみを手掛けていた。その際、金型素材を埼玉県・川口市の鋳物企業に外注していたのだが、現地に調達するまでに 1~2 週間という時間がかかっていた。顧客からの短

納期の要望もあり、1980 年代後半から当該秋田工場で鑄造による金型素材の内製を開始したのである。現在では秋田工場に秋田大学の工学系学部で金属関係の研究を専攻した人材も職務に従事しており、当該人材が自社で用いる金型素材を高精度な顕微鏡を用いて組織解析を実施した上で、大阪工場や相模原工場に供給している。現会長はこうした試みを

「金型づくりのプロセスを素材の段階からデータとして把握・分析する」

「その上で、理論武装を施している」

と述べている²⁴。その延長線上に、秋田大学や秋田県の工業技術センターと連携し、「耐熱性に優れた共晶黒鉛鑄鉄による鑄ぐるみ技術の開発」という題目で戦略的基盤技術高度化支援事業にも採択されている。

なお、現会長は社内で金型素材を内製することで

「金型素材を加工機械に乗せやすく、ラインで流しやすい形状・大きさに製造できる」

「社内で品質を保証できる」

図表 53.同社の製造現場



²⁴ 現会長は元々、著名な国立大学の電気電子工学科出身で、電力会社を経て、同社に入社し、主に製造現場 NC 機械修理や生産設備の検討を担当していた。こうした経営者の経歴も同社の企業行動に影響を与えていると言えるだろう。

図表 54.同社のサンプル



といったメリットを指摘している。また、同社では、前会長が自動化省力化に対する強い姿勢を有し、それが会社の根本概念となり現在の生産設備に反映され受け継がれている。現在でも、工場内の自動化²⁵も積極的に推進されているのである。

以上を踏まえ、現会長は

「自動化と素材の内製を組み合わせることで、夜中も設備機械を動かせるような段取りを組むことができる。その結果、金型づくりを効率的なものにできる」

とも述べている。

同社が手掛ける硝子瓶用の金型は高熱で使われるため消耗が激しく、他の金型に比較して単価が安い反面、受注個数も比較的多い。こうした中で、同社は金型づくりのノウハウを深掘することができていると言えるだろう。

²⁵ 前会長は創業当初から、自社内で「職人」と呼ばれた金型技術者が自身の経理担当者としての指示に従った金型づくりを遂行しなかった経験から、金型づくりの工程の中で機械に代替できる部分は積極的に自動化をした。

事例 17.平和産業株式会社

取材日時:2012 年 2 月 28 日

主な事業:切削加工技術による宇宙航空、電車、自動車、発電設備および各種の金型といった分野における部品加工、治具設計・製作、販売

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、同社は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、(工具を商社から購入しなければいけない) 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、モノづくり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、同社も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づくりも手掛けるようになった。

こうした事業の質・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他社よりも非常に早かった。例えば、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、モノづくり現場に 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」も設立したほどである。こうした経営姿勢が既存の顧客を介在させて伝わり、1990 年代初頭から航空機部品関連の受注案件を獲得していく。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。外販金型を手掛けていた平和産業が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

「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、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」

「その点、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、同社は創業以来、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があったことも指摘する必要がある。また、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。

モノづくりにおける科学的手法の導入

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。この背景には現社長の

「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く」

という思いがあった。こうした発露の一つとして、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²⁶するようにもなっている。その結果、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志すとともに、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る。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。

図表 55.同社の精密測定器



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。

図表 56.同社は切削工具も内製している



事例 18.株式会社ペッカー精工

取材日時:2011 年 11 月 28 日

主な事業: 金型・同部分品・付属品製造

事業概要

ペッカー精工（従業員数 43 名、売上 12 億円）は 1968 年、大手の国内金型企業で営業部長まで務めた人物（現社長の父親）が独立、埼玉県戸田市で創業した企業である。創業当初から、非常に著名な大手電機企業や大手プラスチック成形企業の小型精密金型を手掛けていた。その後、日本経済全体の成長とともに同社も設備投資を積極的に実施・事業規模を拡大、1989 年には福島県・二本松に工場を設立するまでに至る。

二代目である現社長は大手電機企業でプログラマーとしての職務に従事していたが、20 年前に同社に入社する。元々、同氏は中学・高校のときから実家である同社のモノづくり現場を手伝っていて、工作機械の NC のプログラムの作成なども手掛けていた。しかし、現社長が経営陣として参画した直後に、主力の顧客である大手電機企業の海外展開で当該顧客からの受注が無くなってしまった。そのため、社長に就任して、すぐに上記二本松の工場閉鎖し、従業員数のダウンサイジング化を図ったのである。

その後、同社は現社長の下で経営の方向性を転換し、新たな道を模索していった。同社現社長は日本人・外国人を問わず、様々な人物と知り合うことで成形品のアイディアなど新たな事業の方向性や新規顧客の開拓を実践している。より具体的には、ある飲食店で隣り合った人物と名刺交換し、関係をつくり、その延長線上に新規受注の獲得を実践しているのである。

なお、同社ではグループ会社として、2003 年には 3Dモデリング・試作・造形を手掛ける企業「KATANA」を出資子会社として設立している。2006 年には「インダストリアル・デザイン」を手掛ける企業「FINEEDGE」を、2009 年には他のモノづくり企業 4 社と連携して、「マザーツール」という「切削用工具・工業デザイン・3D モデリング・金型・金型部品・試作品製作・光造形・粉末焼結・真空注型・部品切削・放電加工」といったモノ・加工サービスを販売する企業をグループ会社として設立している。KATANA は日本人 8 名で構成されているが、FINEEDGE は韓国人とイタリア人のデザイナー、マザーツールは女性のみ数名で構成とそれぞれ異なった特色を有している。こうした差別化も現社長の経営方針の一つである。さらに、2009 年、2011 年には韓国モノづくり企業と技術提携も実施している。このように、特に 2000 年以降、現社長は 2-3 年に一回は自社の新たな経営方針・事業の方向性を提示・実行しているのである。

なお、同社の金型・部品成形の特徴の一つとして、積極的な「設備投資」が挙げられる。例えば、現場の技術者が

「～という加工・成形ができない」

という意見を示した場合、現社長は

「必要な設備機械を何でも購入して良い。その代わり、当該成形・加工を必ず実行してほしい」

という指示を出す。こうした経営者の姿勢が同社の技術の基盤となっている。例えば、レーザー溶接機など通常の金型企業が有していないような設備まで保有していることがその証左だろう。さらに社内で用いる治具なども全て内製している。同社における売上の内訳は現在、携帯電話、医療機器、自動機器、OA 機器、ホビーなどをそれぞれ 10%ずつ手掛けるなど非常に多様である。また、特殊なヘルメット用の金型など非常に珍しい受注も獲得している。こうした同社の取引関係の多様性は現社長のネットワークと同社の技術力を基盤に作られたものである。ドイツや韓国の大手企業から部品成形の受注を獲得していることも付記する。

図表 57.放電加工機など幾つもの設備機械が並ぶ



図表 58.射出成形機



図表 59.レーザー溶接機



事例 19.ミツエ・モールド・エンジニアリング株式会社

取材日時:2012 年 2 月 29 日

主な事業:ガラス成形用等の各種金型の製造、ガラス製光学素子の試作及び小ロット量産、ガラス成形に関連したプレスシミュレーション、特殊な分析や試験サービス等のガラス成形に関連した各種エンジニアリングサービスの提供

同社概要

ミツエ・モールド・エンジニアリングは、その前身となる三津江金型の 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企業である。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するようになる。当該金型が長らく同社の事業の軸を担っていた。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、2000 年代初頭以降、特にリーマンショック以降から部品成形、その中でも最も技術的な深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。その際に金型づくりに関わる要素技術の高度化を積極的に推進していく。例えば、「型コーティング」や「型設計」といった技術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。

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る必要がある。これはガラス成形を目的とする金型づくりに関しても同様である。一方で、ガラスの成形は大手ガラスメーカー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。同社はこうした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。

現社長は元々、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人材である（1999 年、社長就任）。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。現社長は母校でもある大阪大学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、同社は現社長が

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

と表現するような変化を現出させていく。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、同社は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。場合によっては、「ある特定の研究をしている研究者が日本で唯一人しかいない」という場合もある。そのため、そうした研究者とネットワークを有することが企業の技術の差別化に直結しやすいのである。

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ことが多い。ミツエ・モールド・エンジニアリングはそのような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。そうしたガラス・レンズに差別化された競争力を有することで、同社の技術が当該レンズを用いるデバイス全体の「鍵」となることを企図しているのである。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して、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、見出していく。その上で、例えば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していく。以上は同社の金型づくりのも影響を与えている。例えば、

「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」

と分析されたとする。その場合、金型の表面の粒度を定量的に把握しながら加工をすることになる。つまり、独自の切削条件や研削条件を有することが必要となるのである。

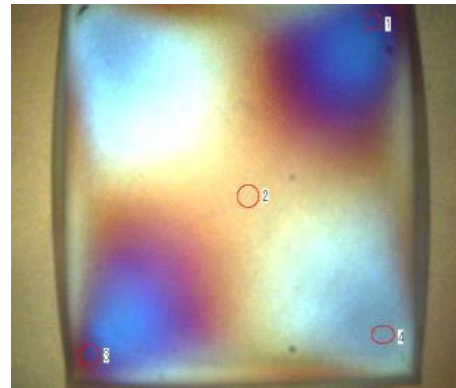
なお、ミツエ・モールド・エンジニアリングではおよそ 10 年間をかけて、上述した能力を自社に蓄積してきた。その過程で、従業員の大半が入れ替わっている。現在では従業員全体の 90%が入社 5 年未満である。現在、同社の売上全体の内訳は旧来のガラス金型 40%、超精密金型 30%、レンズ成形 30%となっている。

図表 60.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・ガラス特性



デジタル歪測定機

レンズの歪(残留応力)を定量的に測定

図表 61.同社の設備・装置開発発・事例

温度・雰囲気管理材料試験装置の開発

ガラス体の変形シミュレーションに必要な試験

ガラス体の変形シミュレーションを行うためには、その材料モデルに当てはまる各特性データの取得が必須となる。

①粘弾性モデルのための、クリープ試験(検証のための応力緩和試験)

計算数理工学論文集 Vol.5, No.2(2005年12月), 論文No.14-051209

②比較的低温で支配的な時間依存性(クリープ)の試験(ガラス体の変形)



③レンズの最終形状を決定する大きな因子である付着応力を測定する(表面の機能評価にも)

NEW GLASS ,86 (2007)

1つの装置で4つの異なる試験が可能

本装置は、応力制御ユニットと加熱ユニットを搭載。しかも雰囲気制御が可能なので、表面の機能評価のために必要なクリープ(応力緩和)試験が可能。

抜群の操作性と手軽さ

装置本体サイズは、500×500とコンパクト。大型の材料試験装置を扱う煩雑さから解放。また、加熱・雰囲気制御ユニットは組み込み式なので、材料のセットも簡単。

拡張性

高精度ロードセル、高精度サーモを使ったさまざまな実験が可能。LabViewなどと接続すれば、より複雑な実験機へと展開できる。

$$\dot{\epsilon} = A[\sinh(R\alpha\sigma)]^n \exp[-\Delta H/(RT)]$$

P	t
P ₀	0
	δ ₀
	δ

応用展開

ガラスのみならず、熱間、温間成形を想定した、さまざまな材料の温度依存・ひずみ速度依存データの採取に活用できる。たとえばアルミニウムの変形抵抗など。

事例 20.株式会社 メイホー

取材日時:2011 年 12 月 13 日

主な事業:精密成形品、精密金型の開発・設計・製造・販売

同社概要

メイホー（従業員数 220 名/営業 15 名・開発 5 名・設計 25 名、売上 24 億円、顧客の数 6~70 社）は 1973 年に前社長により創業された企業である。創業者・前社長は地域の大手精密金型企業 M 社の金型技術者だった。同氏は 1973 年のオイルショックによる経営環境の変化から、M 社内の仕事が一時的に少なくなったことを一つの契機にして同社を創業する。創業者曰く「当時、『知り合いの知り合い』の自宅のガレージにて創業した」とのことである。その後、バブル崩壊や IT バブルなど幾つかの紆余曲折を経て、メイホーは業種や地域区分に依らず取引関係を多角化させていき、現在では半導体メーカー、電子部品メーカー、自動車部品メーカー、成形機メーカー、医療機器メーカー、化学メーカー、容器メーカー、ロボットメーカーといった多様な顧客に金型・成形品・成形機を供給している。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

メイホーでは半導体用のプラスチック用金型やプレス用金型を主に手掛けているが、「会社全体の総合力で金型をつくっている」という考え方がある。そのため、同社技術者には、

「失敗してもよいから新しいことをやってもらいたい」

「新しいことをやらないと前に進まない」

という考え方が根付いている。すなわち、新しいことに取り組むという強い気概をもって事業を推進しているのである。元々、金型専門企業だったが、1981 年にプラスチックの射出成形品を手掛けるようになり、現在では医療機器や自動車部品、スマートフォンの部品など難易度の高い成形品も手掛けている。現在、社内に 210 トンまでのプラスチック成形機が 40 台配備されていることからわかるように、売上全体の 3 割が成形品で占めるまでに至っているのである。直近では 2010 年に液状シリコンゴム成形品（LIM 成形品）の一貫生産も開始している。

LIM 成形には金型と成形に関する深いノウハウが必要になる。液状シリコンは文字通り水みたいな素材である。そのため、成形中でも素材が漏れないような精密金型を製作する必要がある。ここには同社が蓄積してきた半導体用の金型づくりの技術が介在している。それ以外にも、福岡県技術センターと連携して「磨きレス金型」を開発したり、九州工業大学と連携して「樹脂流動制御技術（成形機から供給された樹脂が冷えて固まる前に、金型の一部を動かすことによって樹脂の流動を制御する技術）」を開発したりすることで強度の高いプラスチック成形技術も開発している。

メイホーでは上述したように 1980 年代初めから成形品を手掛け、その結果、品質管理、納期管理に傾注するようになった。また、その延長線上として ISO9002 も取得する。同社では当時を述懐して、

「成形品事業は当初は不採算事業で、金型事業で食わせてもらった」

と述べている。5 年ほどたち、成形機の数が増えたところで採算がトントンになったと言う。その後、メイホーでは工程改善と無人化を並行して進展させていった。その上で、個々の技術者が

「失敗しても前進すれば良い」

という考えの下、放電加工、ワイヤ放電加工、マシニング加工など要素技術を深掘していくのである。成形品も手掛けることで、自社で一貫した生産準備が出来るため、量産立上げが早いこともこうした施策の基盤になっていると言えるだろう。また、金型づくりに関しても成形品を踏まえて、

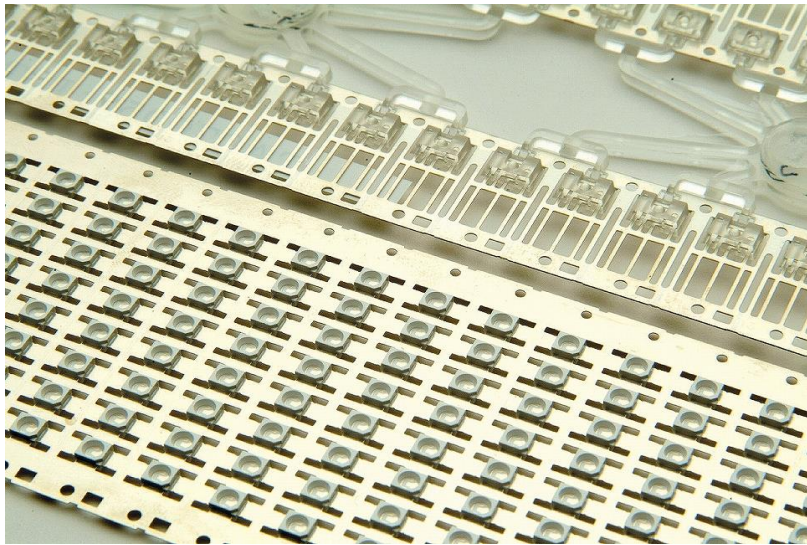
「エアベントをどこにつけるのか」

といった「金型をどのようにつくるのか」/「金型をどのように使うのか」ということを深く考えながら実施している。その際は、「金型を何に使うのか」ということが最も重要になる。素材に関しても、プラスチック材料メーカーから獲得した人材を活用するなど、深い理解を社内に蓄積している。さらに、自社内に QC サークルを設け、現場改善を図りながら各工程における様々なデータを集計している。その上で、医療や工学・精密加工の大学教員とも付き合うことで、アカデミックな解析・実証に裏打ちされた金型づくり（含 設計）を社内に浸透させている。例えば、バリが出たら、なぜバリが出るのかを測定し、その原因を突き止めていく。そうした場合、産学連携で測定を福岡県の工業技術センターに依頼することも多い。また、各種の勉強会で、例えば熱処理と切粉の量の関係をとといった要素技術の周辺分野まで技術者に学ばせている。同社もかつては「研磨だけを手掛ける技術者」など昔ながらの一工程に専属する職人が多数を占めていたが、今では技術者がより理論的に自工程と他工程の関係を理解・習得できるような仕組みをつくっているのである。

現社長は元々、金型設計の出身だが、自身の現場経験を踏まえて、社内での加工工程や成形結果を議事録・データとして全て記録に残すように徹底している。その上で、社内の金型づくりがデータに基づいたものかどうか、すべからく確認しているのである。

メイホーでは一年前に組織を再編成し、開発部門を営業部門と統合して、営業・開発本部としたことを付記する。

図表 62.同社の LED 部品



図表 63.同社工場内



事例 21.株式会社モルテック

取材日時:2012 年 1 月 12 日

主な事業:プラスチック射出成形用金型製造および成形加工

同社概要

モルテック（売上 2 億円 従業員数 14 名/役員 2 名）は 1960 年に現社長の父親が大田区で創業した企業である。創業者は国内大手光学機器企業に勤めていた技術者だったが、いわゆる旋盤一つ持って同社を創業した。同社が金型を手掛けた理由の一つとして、創業者の戦友が金型技術者だった、ということもあったと言う。

当時は戦後の復興期であり、受注も多く、樹脂成形および樹脂金型の製作を数多く手掛けていた。特にカメラのストロボ関連の部品を多く手掛けていた。数年後、樹脂成形部門が別会社として独立し、創業者の近親者（妹の配偶者）が経営をまかされた。当該企業は家電関係の部品の量産を手掛けていたのだが、そこで使う金型は外部から購入していたとのことである。その後、およそ 20 年前に業務を統合した。当時はバブル崩壊の影響で、樹脂成形部品の量産を停止し、代わりに金型の仕事を増やしていったのである。加えて、多品種少量生産や試作成形も手掛けていった。さらには他社の試作成形に関する測定業務・寸法検査も手掛けるようになった。現在の売上全体に占める割合として試作が 10%、金型が 90%である。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

モルテックはリーマンショック前までは家電関連、特にデジタル家電や携帯電話が売上のメインだった。しかし、主力の顧客の海外展開に直面する。一般的に、中小企業は受注減が半年続いたら倒産してしまう。そのため、事業を継続していくためには、技術を高め、他社と差別化を図っていくことが必要となるのである。それでは、同社が得意なこととは一体、何なのだろうか。現社長は大学卒業後入社、1992 年に社長に就任した人物だが、リーマンショック後にこの問いに対する回答を得ようと試行錯誤した。その結果、

「自社は外装部品用の金型が得意であり、その中でも、部品を美しく成形するための機能を金型に入れ込むことが最も得意である」

「一方、リーマンショック以前の 10 年間は仕事が多忙を極め、短期で流れ作業のようなかたちで金型を製作している傾向があった」

という考えに行きつく。その結果、新たな金型づくりの方向性を考案・実現していくのである。幾つか具体例を挙げていこう。新しい工法として「MV カット」を開発している。これは同社オリジナルの金型の溝光沢微細切削加工のことである。通常、V 溝光沢のテクスチ

ヤーを成形部品で表現する場合、金型に電鋳部品を使用する。しかし、当該工法では電鋳金型部品を使わずにスピン形状を金型に直接加工することができる。当該工法は特殊工具を使用するなど、様々な工夫が凝らされている。現社長は MV カットを考案したきっかけの一つとして、

「デザイナーが図面に込めた想いを 100 とすると、実際の成形の際にはその内 50 しか再現できていないのが現状である。逆に言えば、技術を向上させることで、そこに潜在的な金型加工技術に関わる市場が存在するのではないだろうか」

と考えたことがある。実際に同社の MV カットはデジタル・カメラなどの外装部品に活用されている。

また、MT カセットという呼称で、「モールドベースを標準化し、入れ子だけを製造する金型」も実用化している。これは金型のコアの部分だけを加工して入れ替える金型である。日本で金型を製造すると、実際の生産拠点である海外に輸送するぶんだけ、時間的なロスが生じる。しかし、現地で金型を製造すると日本国内の開発に充てる時間が制約を受ける。こうした不都合を解消したのが、MT セットである。加えて、「D3 テクスチャー」という皮の質感など意匠を製品上に高速微細切削加工により再現する技術も開発・保有している。当該高速微細切削加工はソリッドデータではなく、ポリゴン系のデータを基盤にして行われており、外部のデザイン企業との連携も行われている²⁷。

以上のように、モルテックでは

「会社の好きなこと、得意なこと」

を基軸として新たな技術・事業を現出させてきた。

なお、微細加工は工具と素材の相性で適切な温度条件が変化する。また、工具のかたちを踏まえて、素材の切削断面も一つ一つ検証していかなければいけない。同社は技術セミナーに参加し、機械メーカーの協力も得ながら加工プロセスに関して、上記に関する実証を繰り返し

「なぜ、〇〇〇となるのか」

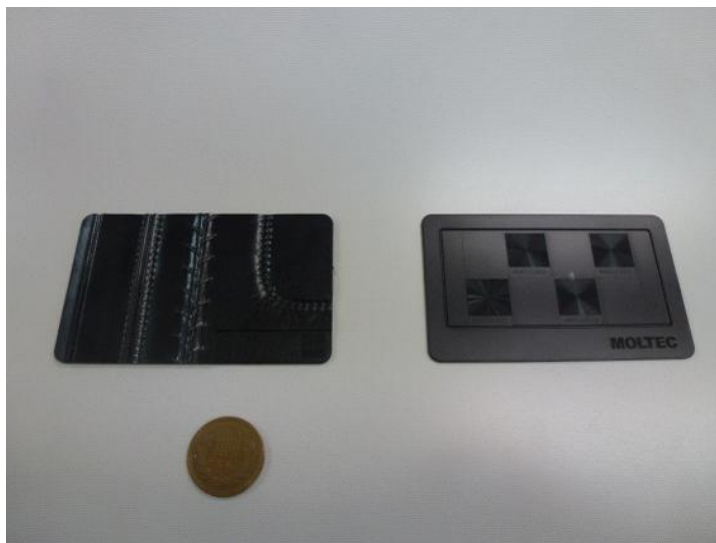
「どういう場合に、うまくいかないのか」

一つ一つ仮説を立てて実証し、明確化させている²⁸。こうした施策が上述した様々な技術

²⁷ 同社は当該デザイン企業と商社を介在させて出会っている。

²⁸ 例えば、同社ではコンサルタントなども招聘しながら社内勉強会として「ある切削断面の手仕上げの前と後を顕微鏡で観察・解析する」といったことも行っている。これにより、

図表 64.D3 テクスチャー:皮の質感を成品上に再現している



図表 65.同社の製造現場



各従業員が加工技術に関して、より深い知識・ノウハウを獲得できると言えるだろう。

開発につながっているのである。現在、同社では組織をシンプルにし、設計・加工を幾つかのグループに区分しながら金型づくりや試作成形を実施している。そして、製造、設計、成形など従業員の多能工化も進展させている。

また、デジタル家電だけではなく、鉄道模型用の金型も手掛けている。これは地域の自治体や企業とのつながりの中で獲得した新規の受注案件であり、上述した技術開発が評価された上でのものである。

現社長は工学系の大学出身でその専門は品質管理工学である。大学時代には自動車生産のラインに入って。不良率の工程分析などを行った経験もある。こうした生産プロセスを品質管理のために再分化して検査する、といったノウハウも現在の企業行動・経営施策に影響を及ぼしていると言えるだろう。

事例 22.A社

取材日時:2012 年 3 月 1 日

主な事業:光学素子の設計製作、光学部品・光学モジュールの開発、製造、販売

同社概要

A 社（従業員数 300 名/正社員 190 名、売上 40 億円）の源流は明治 42 年に大阪市で創業された塩の梱包資材の調達請負企業である。創業者は現社長の祖父だった。しかし、戦後、塩産業が徐々に衰退していく中で、同社は事業継続のためにプラスチックの射出成形を手掛けるようになる。1961 年のことだった。国内の電機産業が急速に成長していたこともあり、同社も地域の大手電機企業にプラスチックのギアやリレーを供給するようになる。その後、1970 年代ごろから、既存の顧客を通じて、「プラスチックのレンズを供給してくれないか」という要望が同社に寄せられるようになる。こうした要望に対応するかたちで、A 社はレンズ成形企業として存立していくことになる。

現社長は 1970 年代半ばに近畿の私立大学工学部を卒業後、同社に入社した。初代、二代目社長はどちらかと言うと営業職の強い人材だったが、現社長は技術者としての色彩が強い。入社当初から社内の工作機械の NC 化を推進するなど、A 社のモノづくりに大きな影響を与えていったと言える。

レンズ成形には先端的な科学知識が求められることが非常に多い。これはレンズが光学に密接に関係していて、かつ、天文学用の超高精度な望遠鏡やレーザー機器など最先端の製品のコア部品として用いられているからである。そのため、レンズ成形を手がける企業は技術開発型企業の色彩が必然的に強くなる。A 社も同様に、主力の顧客企業との取引関係を維持・発展させるために技術開発に傾注してきた歴史がある。その過程で、大学や公的機関との共同開発案件にも多々、関わってきた。

そうした中で、同社は 2000 年頃に自社の技術開発力向上のために、物理学など理学・工学の修士卒、博士卒の人材を獲得することを企図するようになる。元々、物理学の分野では大学院生の就職が厳しかったこと、加えて、現社長がアカデミックな理論研究を下敷きにした技術開発を志向していたことから、大学院卒の人材を獲得・活用する。現在、同社には光学設計 10～15 名、ナノ加工 20 名（リソグラフィやダイヤモンド切削工具による機械加工）、測定 20 名が存在する。その中には、修士号だけでなく、多くの博士号取得者が職務に従事している。

こうした人材を基盤にして、同社では自社のモノづくりに科学的な手法を強く導入していったのである。具体的にはまず、大学との連携が挙げられる。例えば、金型づくりに関連した、薄膜の装置開発や射出成形における微細転写に関する技術開発で複数の著名な国立大学と連携している。また、元々、1990 年代半ばから光学設計に関して米国の大学・研究者と連携していた。現在では当該大学に自社の技術者を“Visiting Researcher Professor”

として派遣もしている。現社長は

「例えば、ナノ・レベルで物事を考えた場合、電子の挙動で素材の物性が規定されてしまう。そのため、物性物理を学ぶ必要が出てくる。しかし、自社が当該分野全てを学ぶのは時間・コストの面で不可能である」

「グローバルな情報網を有する大学の先生とつながることで、自社の業務に必要とされる先端的な理論・知識（≡物性物理全体のごく一部分）を効率よく学ぶ」

といったことを述べている。

現在、非球面レンズ、自由曲面、微細格子を成形するための金型は全て内製している。同社が手掛ける加工品はナノ・レベルで形状が規定されている。それは、金型の成形面の形状もナノ・レベルで規定されていることを意味する。以上を踏まえ、同社では金型の成形面を「数式²⁹」を用いて描写している。また、そのために、CAE を内製しているほどである。金型素材にも傾注しており、

「アモルファスめっきをした金型素材のナノ加工機による加工」

「エッチングによる金型素材の加工」

「グラインディングによる超硬材金型素材の加工」

といったことも実践している。さらに、ナノ・レベルになると、経験則では加工精度を把握することはできなくなる。例えば、A 社では金型の成形面や成形品の媒質分布の計測のために原子間力測定器を使用している³⁰。また、原子レベルで形状を計測するために、ナノ・レベルのコンタクト・プローブを外注・活用もしている。このように、計測・検査技術を向上させることで、同社は自社の成形・加工技術の水準も向上させているのである。以上に加え、ルクセンブルクやスイスといった欧州系の企業とも技術連携をしている。また、国際特許出願も積極的に展開している。

現在、A 社はレーザープリンターやデジタル・カメラ、光ピックの光学部品等を 50 社ほどの顧客に供給している。顧客の中には欧米の著名な企業も含まれている。リーマンショック後、同社では技術面だけでなく、営業面にもより多くの力を入れ始めた。その一つとして、同社は各技術部門を横断するかたちで幾つもの「ビジネス・ユニット」を設立している。その上で、いわゆるクロス・ファンクション組織を自社に導入しているのである。

²⁹ 現社長は「二回微分までは可能な数式で、金型の成形面を規定している」と述べている。

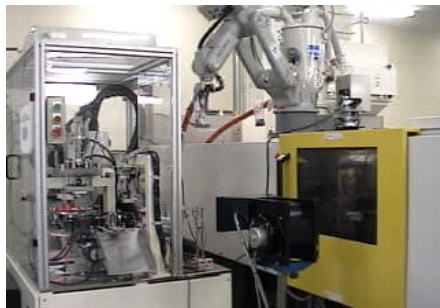
³⁰ 同社はパートの人材を原子間顕微鏡による計測業務に当てているが、およそ 3 ヶ月で一通りの業務をこなせるようになったと指摘している。

図表 66.原子レベルでの測定



図表 67.半導体工場を彷彿とさせるようなモノづくり現場

組立室



プラスチック光学系の成形



ガラスインプリンティング



リソグラフィー

事例 23.株式会社山岡製作所

取材日時:2012 年 2 月 29 日

主な事業:精密プレス金型・電子部品製造装置の製造、精密プレス加工業

同社概要

山岡製作所（従業員数 170 名、売上 45 億円）は 1938 年に初代社長（現社長の父親）が京都市の左京区で創業した企業である。元々、創業家は金属工芸品を扱っており、業務の延長線上に部材を仕入れて、プレス加工して、顧客に売る、といったことを手掛け始めたのである。創業当初は太平洋戦争時だったため、軍需関連の簡単なプレス部品も扱っていた。戦後は近隣の大手精密機器企業から受注を獲得、事業規模を拡大していく。その後、徐々に事業規模を拡大し、技術・製品開発を志向する中で、同社は 1982 年にフロッピーディスク打ち抜き金型並びに製造装置を開発する。当該装置は世界シェアのおよそ 7 割を獲得することになる。

現社長は 1968 年に工業高校を卒業後、同社に入社する。1991 年に二代目社長である兄が急逝したため、その後を継ぎ、三代目社長に就任した。バブル崩壊後の経営環境の変化が国内全体を覆っていたこともあり、現社長は社長就任当時から、自社の現状と今後の方向性に関して、ある種の限界を感じていた。そうした想いを打破するために、1995 年に職能資格制度を導入する。同社にとって、当該制度の導入が新たな経営の方向性と金型づくりの高度化につながっていたのである。

山岡製作所では 2000 年度初頭に「V04 戦略会議」と銘打った会議を開催した。そこでは、自社の設立 50 周年に当たる 5 年後の姿を想定しながら、上述した職能資格制度を経営の軸の一つとして、新たに社内に提示するべく、抜本的な変化を加えたのである。「社員教育と技能伝承」に重きを強く置きながら、事業戦略としての人材育成を実施していった。例えば、「教育・資料」を作成し、「組立実習用金型教材」や「ユニット組立キット教材」を製作していった。その上で、スキル・マネジメント教育という名前で 1 級から 9 級まで 189 科目・教科（2011 年度はスキル教育：1 級から 3 級まで 58 教科、マネジメント教育：4 級から 6 級まで 32 教科）を制定し、従業員の能力の向上を図っていった。同社の従業員は各教科を受講、合格することで級を上げることができる。そして、級が上がった場合、それが自身の給与に反映される仕組みが構築されている。

なお、金型づくりということに関して言えば、同社は上述した体制を整備するに当たり、

「一体、自社の従業員がどのような技術を有しているのか」

ということを洗い出していった。その上で、

図表 68.幾つもの超精密測定機器を揃えている



「超硬材/焼き入れ材をどれくらいの精度で研削できるのか」

「どれくらいのスピードで加工できるか」

といったように各種の要素技術を細分化させていった。そして、それを「押し付け OJT」といった「教える側に責任をもたせる人材育成システム」を活用し、従業員に学ばせていったのである。

こうした人材育成システムは「スーパー職人」と表現されるような「設計」、「研削」、「ワイヤーカット」、「仕上げ」などの技術・技能を兼ね備えた人材を現出させた。ただし、同社は技術・技能を人材にのみ体化させるべきものとは捉えていない。

「超一流の人材が超一流の機械を使ってこそ意味がある」

と考えている。どのため、各種の工作機械は最新鋭のモノを購入し、また、高度な測定器も導入している。現在の主要顧客数は 45 社、その売上全体の内訳は金型がおよそ半分で、装置 15%、プレス加工 10%、OEM 事業 25%になる。金型づくりの担当者はおよそ 100 名である。

事例 24.ユニオン精機株式会社

取材日時:2012 年 2 月 15 日

主な事業:ダイカスト金型の設計、製作、補修並びに販売

低圧鑄造金型の設計、製作、補修並びに販売

ダイカスト部品の試鑄と部品検査

同社概要

ユニオン精機株式会社は 1975 年に主力の顧客である大手重工業企業 K 社の 100%出資会社として設立された企業である。元々、K 社およびその関係会社・サプライヤー企業にダイカスト金型を供給すること目的として設立されており、K 社工場内に立地していて、現在の主たる顧客 8 社も 1 社を除き、資本関係や取引関係など何らかのかたちで K 社と関係のある企業ばかりである。

創業当初は従業員数 20 名と企業規模も小さく、K 社から出向してきた生産技術者がダイカスト金型の製造を手探りで習得しながら、操業していた。しかし、日本経済全体の成長軌道と歩を合わせるように事業規模を拡大、工作機械や CAD/CAM システムといった設備投資も積極的に行っていく。現在では二輪車・四輪車のエンジン部品用、ゴルフカートや農業機械のエンジン部品といったダイカスト金型を年間 100 型ほど製造し、従業員数も 76 名までに拡大している。また、K 社の米国生産拠点に対して、金型の輸出も行っている。

金型づくりにおける科学的手法の導入

同社もかつてはいわゆる「職人の経験と勘に頼った金型づくり」を標榜してきた。しかし、およそ 10 年前から日本経済における経営環境と顧客の調達方針の変化を受けて、社内での金型づくりを見直していった。例えば、金型づくりの各工程で計上するコストがどのくらいか、といったデータを採取していったのである。6 年前に現社長がユニオン精機の経営者として就任したことで、こうした流れが加速していく。元々、現社長は大学で機械工学を専攻した後、K 社で二輪車の設計業務と生産プロセス・組立に長く従事していた。また、MOTOGP の企画運営にも携わっていた。こうした K 社での業務経験・ノウハウをユニオン精機の金型づくりに搬入していったのである。

幾つか具体的な例を見てこう。金型づくりでは、設計部門で設計されたとおりに適切な加工がなされ、組立工程でなんの修正の必要もなく金型が組み立てられ、ダイスポッティングを一回でパスするのが理想である。しかし、以前は各工程で適切な加工がなされず、個々の工程で修正が施されたり、またダイスポッティングも複数回必要となったりするのが日常だった。同社ではこうした金型づくりのプロセスに関する改善を行っていく。例えば、ある工程の中で、「不良（金型部品同士がうまく組み合わないなど）」が発見された場合、当該工程で修正せずに上流工程に報告することで、不良の発生原因を突き止めて改善

する³¹。そうやって、金型部品ごとの精度を向上させていくのである。また、新たに金型を設計する場合は「デザイン・レビュー (DR : Design Review)」を全ての工程の担当者を集めて実施することで、

「加工工程から見て、設計に問題がないか」

「以前、加工工程や組立工程で生じた問題を設計段階でどのように回避するか」

といったことを社内全体で議論する。その結果、金型の設計段階で加工工程や組立工程のノウハウを金型に入れ込むことができるのである。

加えて、上述したように 10 年ほど前から、ユニオン精機では金型づくりの各工程で計上されるコストのデータを仔細に収集している。現社長は当該データを積極的に分析・活用することで金型づくりの効率化・低コスト化を達成し、合わせて同社全体の利益率を向上させている。例えば、同社ではずっと旋盤による丸物部品・ピンの加工・製造は全て協力企業に外注していた。同社の経営陣は、丸物部品は外注したほうが安価であると思い込んでいたのだが、実際にデータを分析するとコストが非常に高くかかっていたことがわかった。その結果、旋盤機械をすぐに導入し、丸物加工を内製するようになったのである³²。

このようにユニオン精機では金型づくりのプロセスを一つ一つ分解し、コストや工数、品質管理といった幾つもの観点から評価し、再構築しているのである。さらに、ユニオン精機では 2004 年に ISO9001、2006 年に ISO14001 を取得している。こうした ISO のノウハウも上述した金型づくりの変化に影響を与えている。加えて、同社では

「加工部門の人材に工程データを取り扱わせる」

「工程データを取り扱っている人材に加工を手掛けさせる」

「組立工程の人材に設計をさせる」

「設計部門の人材に組立をさせる」

といったかたちで、工程間の交流も促進している。さらに、自社の利益率と連動させるかたちで、従業員に特別賞与を供与したり、係長以上の人材にはコスト意識（ある加工にどれくらいのコストがかかっているか）を徹底させたりしている。

こうした様々な施策の結果、同社の金型づくりはコスト・技術の両面から非常に効率的

³¹ 同社社長はあるとき、技術者が要求精度を満たさないままラインを流れている金型部品をグラインダーで修正していたのを見て、部品量産と比較した同社の金型づくりの非効率性を痛感したという。

³² こうした工程ごとのコスト評価を実施することで、「特定の工程だけ外注すると却ってコストが高くなるため、複数の工程を一括で外注する」といったかたちで外注方針も変化したと言う。

図表 69.同社はこのような巨大な設備も有している



なものになっている。実際、5、6年前と現在を比較すると粗利益率で15%から20%も向上しているのである。リーマンショック直前と比較して、同社の売上はおよそ5~6億円ほど減少しているが（2011年度）、利益率を向上させることで事業継続を可能にしているのである。同時に金型の短納期化や長寿命化も達成しているのである。なお、同社の経営陣には現社長や製造部長、総務部などK社技術部門の出身者や工学系大学出身者が多い。そうした人材の存在も同社の金型づくりの基盤になっていると指摘することができるだろう。

事例 25.株式会社ワークス

取材日時:2011 年 12 月 15 日

主な事業:精密金型部品の製造

同社概要

ワークスは 1991 年に創業した精密金型企業である（従業員数 40 名で、売上 5 億円）。売上全体の内、モーター用の金型関係が 3~4 割、レンズ用の金型関係が 3~4 割を占め、その他は自動車や電子部品関連の金型・金型部品を供給している。また、韓国の手機企業との取引実績もある。創業者・現社長は地域に立地する著名な精密金型・関連設備企業 M 社の出身であり、研削盤の営業を担当していた。現社長は文系の出身であるにも関わらず、M 社での営業経験を通じて、モノづくり、例えば

「半導体のリードフレーム（半導体パッケージの内部配線として使われる金属めっき）をどのように加工するか、どのようなリードフレームがよいものなのか」

ということに関する多くの知識を有する。これは金型も同様で、半導体メーカーが使うような加工精度がミクロン単位の精密金型やプレス金型に接する機会が多かった。研削盤の営業をする中で、現社長は機械工具の商社を創業する。当該商社の事業に奔走する中で、現社長は様々な経営者に会い、「経営者にも優劣がある」、「社長とは一体、何なのか」といった考えを有するに至る。

1990 年に現社長はモノづくりを手掛けたいという強い想いを抱く。この背景には

「顧客の満足をより高めることを商売としてやっていきたい」

「経営戦略的にも、顧客に対して、何らかのより大きな魅力を提示していく必要がある」

「顧客のニーズを 100%汲み取った製品を供給するには、自分で作るしかない」

「その上で、顧客に対して積極的に提案していくべきである」

という結論に達したという状況がある。現社長が前職の営業現場の中で培った経験もこうした考え方を醸造する一つの要因になっている。

モノづくりを手掛けることを決意した当初、現社長は顧客から受注した案件を達成するために、夜中から朝までモノを削り、「モノができるかどうか、つくれるかどうか」を見極めていた。こうした思い・経験が現在の同社の高付加価値な金型づくりに影響を与えているのである。なお、同社は顧客の話を徹底的に聞くことで、顧客の現在とこれからのニーズやこれから先のニーズを獲得し、それに最適な顧客の金型を考えていくのである。

金型づくりの高付加価値化と科学的手法の導入

ワークスでは事業の発展性を考えて、積極的に新規顧客を開拓していく。巷では

「九州の加工企業では難しい」

と言われるような受注案件でも積極的に手掛けている。その際は、「顧客企業が驚くようなモノを製造する」といった基軸がある。例えば、超微細の精密ピンを製作して、顧客企業に提示したりもしている。

同社が自社技術の高付加価値化に傾注していったのは、IT バブルが弾けた 2000 年ごろからのことである。当時、ある有力な顧客企業だった材料メーカーから、

「レンズの超精密金型を手掛けてみないか」

という誘いを受けたのがきっかけである。経営環境の変化に直面していた中で、当該受注案件に、新規顧客開拓と事業継続のためにも技術開発を強く志向するようになる。それでは幾つか同社の金型づくりの基盤を見ていこう。

金型業界は元々、いわゆる「職人の世界」という色彩が強い。現社長は上述したレンズ用の精密金型づくりを手掛けながら、

「職人は固定観念が強く、何年かかっても考え方が変わらない。その結果、金型づくりは固定化して、一種のレシピ化してしまい、新たな技術開発や創意工夫を介在させる余地が少なくなる」

と考え、これではいけないと考えた。その結果、金型をつくる「プロセス」をことさら注視し、モノづくりに関する理論武装を志向するようになったのである。

現社長は

「どうやれば、その加工ができたのか」、

「そうした加工・成形技術はどうやったら外部から見えなくなるのか（＝どのように加工したのか、そのノウハウを隠すにはどうすればよいのか）」

ということを常に考えていると述べている。顧客から受注したモノは何がなんでもつくるというのが同社の信条だが、「どのようにつくるか」というプロセスをことさらに大事にしているのである。同社では成形・加工には「どのように加工してから、このように成形で

図表 70.同社の超精密微細加工室



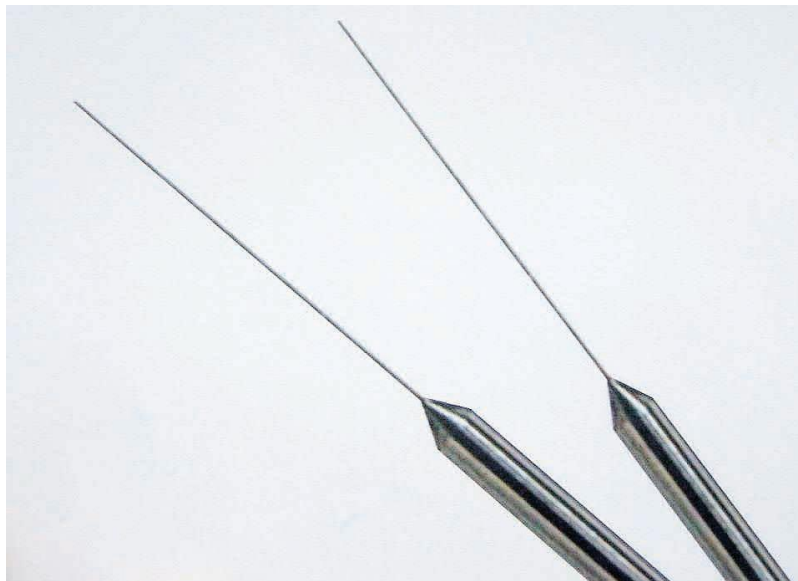
図表 71.同社の製造現場



きた」という因果関係を見出すことを最も重要だと考えている。例えば、超硬材で0.1ミクロンの真円の超微細なピンをつくることに成功している。その際は、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」を解析している。言葉を変えれば、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すことで、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のである。

なお、同社には大学工学系出身と普通科高校出身の2名の技術開発担当者が勤務してい

図表 72.同社の超微細精密ピン



出所：やまぐち経済月報 2008 より抜粋

るが、彼らが中心となって 10 ヶ月間試行錯誤して、切削でレンズを成形するようにもなっている。切削加工でナノ・レベルの精度を出すことで、金型レスでレンズを成形し、顧客に納めるのである。現社長は

「金型（道具）でレンズを製作していたが、切削でレンズを製作することで単価や時間を低減し、他社と差別化するという単純な発想が基盤になっている」

と述べている。同社はこうした発想の延長線上の一つとして、産学連携も位置付けている。ワークスは地元の工業系大学と高硬度金型材料に関して、低コストの超精密切削加工を可能にする摩耗しないダイヤモンド切削工具の開発を目的とした研究開発を実施している。ナノ・レベルの加工機械で超硬素材を加工し、レンズを成形する場合、もしくはレンズ成形用の金型を造る場合、非常にコストがかかる。ナノ・レベルの加工機は 1 億円ほどかかる上に、現状の何十万円とかかるようなダイヤモンドの切削工具では、宿命的に摩耗が激しい。ナノ・レベルの精度が求められているので、工具が少しでも摩耗すると使えなくなってしまうのである。しかし、摩耗しないダイヤモンド切削工具を開発したことでナノレベルの機械精度を加工物に転写するという革新技術を生み出し、超硬素材の加工そのものの低コスト化が実現できるだけでなく、磨きレスで、従来技術では為し得なかった加工精度を可能にし、鏡面加工ができるなど工数も短縮できるのである。

ワークスでは顧客のニーズに起因した自社の成形・加工上の需要と大学の研究者が有するシーズを一つ一つ照らし合わせることで、実のある産学連携を実現しているのである。

もちろんのこと、同社の要素技術に関する深い理解もそこには介在している。実際、こうした新プロセスを生み出すことで、加工精度は 2 倍になる一方、単価が半分になっているとのことである。最後に、現社長は自社周辺を日本の「ナノテクランド」とすることを展望するなど、技術に非常に強いこだわりがあることを付記する。

第4章：国内における金型づくりの知的資産

金型づくりにおける大学の知的資産活用の意義

科学的手法⇔アカデミックな手法を最も得意とするところは大学である。前章で示した事例からは、幾つもの金型企業が積極的に大学とつながり、そこに蓄積された知的資源を活用しながら、金型づくりや部品成形に科学的手法を導入していることがわかる。そのため、大学および学会との連携は、今後の国内金型企業の事業継続⇔国内における金型づくりの維持・発展にとって、鍵となると言えるだろう。

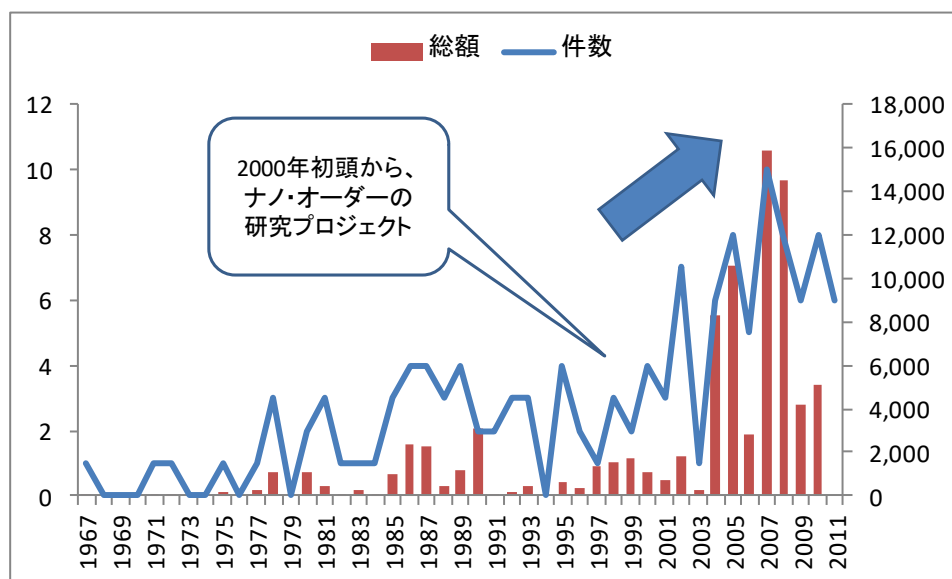
図表 73 は科学研究費のデータから、日本国内で金型関連の研究開発がどのくらい行われているか、その趨勢をグラフ化したものである。2003 年以降、「金型」という業種が日本の機械製造業の基盤として広く認知されたこともあり、大学でも金型関連の研究が数多く実施されていることがわかる。また、2000 年初頭からはナノ・レベルの加工・測定方法と金型づくりをつなげた研究も多く行われていることも付記する。

こうした金型づくりに関する研究は全国で実施されている。言葉を変えれば、より高付加価値な金型をつくるための知的資産が、日本全国の大学に幅広く蓄積されているのである。ただし、金型を製作するための生産技術は多岐に渡っている。そのため、

「〇〇大学××教員の△△という技術が金型づくりにどのように役立つのか」

大学・学会側から能動的に見える化と情報発信をしていく必要があるだろう。

図表 73. 科研費データから見る金型関連技術の研究動向



出所：科学研究費補助金データベース（<http://kaken.nii.ac.jp/>）より作成。

金型づくりにおける国内知的資産の見える化

以上を踏まえ、本報告書では実験的に国内の金型づくりに関連する知的資産の見える化を実施した。より具体的には過去 5 年間に、「電気加工学会誌」、「砥粒加工学会誌」、「塑性と加工」、「精密工学会誌」、「型技術誌」、「その他」に金型関連のテーマで研究論文を寄稿した大学の教官・教員をリストアップした。

もちろん、これは暫定的なデータベースである。それでも非常に多くの大学教員がより高付加価値な金型づくりに転用できる技術を有していることがわかった。また、そうした教員は全国に広く存在していることがわかった。

【データベースにおける表の見方】

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
研究者名	<u>所属の大学・組織と職位</u>	<u>主な研究テーマを列記</u>
	専門分野	
	<u>当該研究者のおおよその研究分野</u>	
	<u>論文例:掲載誌</u>	<u>論文例:論文題目</u>

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
相澤龍彦	芝浦工業大学 教授	・ナノ構造化DLCコーティング膜の力学特性とそのMEMS応用
	専門分野	
	材料加工・処理・金属加工 機械材料・材料力学	
	塑性と加工	イオン注入した工具によるドライ加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
曾田哲夫	富山大学 教授	・高い表面積拡大比領域における摩擦係数測定装置の開発とそのトライボ特性評価
	専門分野	
	構造・機能材料 設計工学・機械機能要素・トライボロジー	
	塑性と加工	熱間押し出し加工における金型変形のFEM解析： アルミニウム熱間押し出し加工中の押し出し金型変形に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
青木勇	神奈川大学 教授	・順送金型方式高度微細成形における基本成形の要素技術開発と体系化の研究 ・順送金型成形法による生検鉗子の自由度の高度化及び高機能化に関する研究 ・低侵襲医療を目的とする0.3mm級超微細医用鉗子の高度生産システムの開発
	専門分野	
	塑性力学	
	精密工学会誌	超微細医用鉗子の金型成形

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
青山英樹	慶應義塾大学 教授	・基本設計・意匠設計から詳細設計まで連続支援する一気通貫高度CADシステムの開発 ・感性創発支援機能と形状高品位化機能をもつデジタルスタイルデザインシステムの開発 ・感性に基づく形状の創発情報を入力とする意匠形状デザインシステムの試作開発
	専門分野	
	CAD・CAM／意匠設計／生産システム	
	日本機械学会論文集	不確実性を考慮した製品価値フロー分析を用いた製品モジュール化手法の開発

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
安斎浩一	東北大学教授	・粒子法による伝熱・凝固・流動・変形解析の統合化 ・粒子法による湯流れ解析
	専門分野	
	金属生産工学	
	鑄造工学	マグネシウム合金の流動性に及ぼす 金型表面処理の影響

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
安斎正博	芝浦工業大学 教授	・プロダクトデザイン
	専門分野	
	材料工学・形状創製工学	
	精密工学会誌	エンドミル加工の基礎と課題-高速ミーリングに よる形状加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
石川孝司	名古屋大学 教授	・鍛造加工における材料の割れ・欠陥予測に関する研究 ・熱間鍛造の材質予測に関する研究 ・圧延における疵発生メカニズムとその抑制技術に関する研究 ・せん断加工の解析 ・塑性加工の高精度化・高品質化に関する研究 ・塑性加工へのCAE適用研究
	専門分野	
	材料加工・処理・金属加工	
	塑性と加工	温熱間鍛造金型の摩耗挙動に及ぼす表面処理の影響

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
石田徹	徳島大学教授	・昆虫型マイクロロボットによる高自由度・長距離・小径曲がり穴放電加工システムの開発 ・高自由度位置姿勢制御工具電極を用いた放電加工による断面変化穴の創成 ・小径複雑曲がり穴加工を実現する自律型マイクロロボットのユニット開発
	専門分野	
	精密加工	
	精密工学会誌	NCデータの再構成による高精度金型加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
磯部浩己	長岡技術科学大学 准教授	・超音波振動援用加工に最適化された機上成形小径工具による硬脆難削材へのドリル加工
	専門分野	・高精度超音波振動援用加工スピンドルによる難削材への微細・傾斜穴加工技術の開発
	設計工学・機械機能要素・トライボロジー 生産工学・加工学	・超音波振動による音響放射圧を利用したクランプ機構を持つインチワーム型微動装置
	電気加工学会誌	超音波振動を援用した小径工具による金型鋼の鏡面仕上げ加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
伊藤伸英	茨城大学 准教授	・見える化・触れる化ものづくり教育システムの構築 ・「教えることで学ぶ」創造教育と年代別の工学的実験教室の構築
	専門分野	
	ものづくり・実践教育・ 工学教育・創造性	
	砥粒加工学会誌	導電性ポーラスラバーボンド砥石によるTi合金のELID研削特性

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
伊藤義郎	長岡科学技術大学 教授	・超短パルスレーザー加工におけるパルス累積効果の新しい可視化方式による解明 ・IT・OE用基板のレーザークリーニング機構の実空間・時間分解応力測定による検証
	専門分野	
	生産工学・加工学	
	電気加工学会誌	大面積電子ビームによる金型加工面の高効率仕上げに関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
乾正知	茨城大学教授	・製造高度化のための複雑曲面形状からの特徴抽出 ・レンダリング・ハードウェアによる製造支援ジオメトリ処理の超高速化 ・金型加工のスキルレス化のための基盤ソフトウェア構築に関する研究
	専門分野	
	機械製品の計算機援用設計・ 計算機援用製造	
	精密工学会誌	金型加工の工程設計支援技術に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
岩部洋育	新潟大学 教授	・ヘール工具によるスクロール形状の高精度加工に関する研究 ・三次元CAD利用によるラジラスエンドミルの切削機構の解析 ・超音波振動を用いたエンドミルによる側面加工に関する基礎研究 ・三次元CAD利用によるボールエンドミルの切削機構の解析 ・エンドミルによるチタン合金の側面加工に関する基礎研究 ・CaF₂添加による焼結部品の二次元切削に基づく切削特性
	専門分野	
	機械工作・生産工学・機械工作	
	精密工学会誌	三次元CADを活用したボールエンドミルおよび楕円エンドミル加工における切削機構の解析と切削特性の評価

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
上田隆司	金沢大学 教授	・レーザによる摺動面のマイクロパターニングに関する研究
	専門分野	
	機械工作・生産工学・加工学・材料加工・処理・補綴理工系歯学	
	日本機械学会論文集C編	非軸対称形状を有した刃先交換式ドリルの切削特性とMQLの適用効果

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
宇野義幸	中国職業能力開発大学校 校長 岡山大学 名誉教授	・大面積短パルス電子ビームによる金型の手磨きレス仕上げと表面改質に関する研究 ・大面積電子ビーム照射による金型の高効率表面処理法の開発
	専門分野	
	機械工作・機械工作・生産工学・生産工学・加工学	
	砥粒加工学会誌	大面積電子ビーム照射による表面平滑化と表面改質

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
恵良秀則	九州工業大学 教授	・新しい作動原理に基づく高温形状記憶合金
	専門分野	
	金属生産工学・材料加工・処理	
	塑性と加工	ベリリウム銅の時効誘起変形現象

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
遠藤 順一	神奈川工科大学 教授	・高エネルギー吸収性を有する超軽量ポーラス金属の高機能化に関する研究 ・エネルギー吸収特性を有する金属中空球超軽量多孔質材料の開発研究
	専門分野	
	生産工学・加工学・機械工作・生産工学	
	塑性と加工	サーボプレスによる塑性加工の技術革新

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
大橋 隆弘	国士舘大学 教授	・多点支持金型プラットフォームの研究 ・ダイヤフラム型マイクロインプリンタの開発 ・喪失コアを用いた中空部品の鍛造技術の研究 ・ダイラタント流体(高濃度サスペンション)を用いた塑性加工プロセスの研究 ・数値解析を複合した3次元複雑形状型鍛造品の工程・型設計エキスパートシステム
	専門分野	
	生産工学・加工学・材料加工・処理・知能機械学・機械システム	
	精密工学会誌	多点支持金型支持点力測定と金型弾性変形シミュレーションの複合

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
大平 文和	香川大学 教授	・感光性ポリマーを用いた低コスト・大偏向角駆動MEMSミラーの研究 ・微細構造形成表面プラズモン共鳴チップの原理検証 ・立体パターンニングと垂直形状形成技術による三次元実装配線の研究 ・超精密マイクロ金型による高機能光・バイオ部品の実現
	専門分野	
	知能機械システム造形工学・精密加工・マイクロマシン・光部品	
	精密工学会誌	マイクロ金型を用いたキャスト法による低密度波長分割多重用アレイ導波路回折格子に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
大森 整	理化学研究所 主任研究員	・マイクロ構造／機能素子のためのナノプレジジョンメカニカルファブリケーション研究 ・超精緻成形加工の応用とコンピュータシミュレーション研究 ・マイクロファブリケーションの応用研究 ・トライボファブリケーション研究
	専門分野	
	素形材工学	
	砥粒学会誌	表面改質加工を施した成形金型材料の濡れ性評価

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
岡田晃	岡山大学 教授	・チタン合金製生体部品の電子線照射による 超高能率仕上げ法 ・放電加工を応用した微細複雑形状部品の 新しい表面改質法
	専門分野	
	放電加工・電子ビーム加工・レーザ加工電 解加工・バイオマシニングなど	
	電気加工学会誌	金型EBポリッシングにおけるクレータの低減

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
小川一文	香川大学 教授	・半導体プロセス技術の研究開発 ・有機超薄膜の研究開発
	専門分野	
	構造・機能材料	
	精密工学会誌	マイクロ金型を用いたキャスト法による低密度波長分割 多重用アレイ導波路回折格子に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
奥田孝一	兵庫県立大学 教授	・鉄系材料の超精密ダイヤモンド切削・鏡面加工 ・超精密・マイクロ切削のMEMSパーツ製作への応用 ・微細形状部品・難削材料の精密切削 ・微細金型・医療材料のマイクロエンドミル加工 ・オイルミスト・窒素ガス援用の深穴ドリル加工 ・マグネシウム合金の超精密切削加工に関する研究
	専門分野	
	生産加工学・切削加工	
	砥粒学会誌	工具回転精度が金型加工面テクスチャに及ぼす影響

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
香川博之	金沢大学 講師	・セル構造をもつインテリジェント・ソフトマテリアルの開発
	専門分野	
	材料力学・破壊力学・数値解析	
	精密工学会誌	金属光造形複合加工金型による射出成形の高精度化

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
金井理	北海道大学 教授	・多重解像度メッシュモデルを用いた高精度なMEMSデバイス工程設計支援の研究 ・デジタルハンドを用いた実用的な仮想エルゴノミック評価システムの開発 ・CT計測データからの全自動・高品質3次元形状モデル構築技術の開発
	専門分野	
	機械工作・生産工学・機械工作・設計工学・機械機能要素・トライボロジー・生産工学・加工学・知覚情報処理・知能ロボティクス	
	設計工学	3次元CADを活用した情報機器ユーザインタフェースのプロトタイピングとユーザビリティ評価

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
金子純一	埼玉大学 助教	・同時多軸制御加工の高速・高能率化を目的とした工具姿勢決定法の開発
	専門分野	
	生産工学・加工学	
	軽金属	急冷凝固フレークと切削粉のボールミリング処理によるAl-Si基金P/M材の高強度化

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
上條恵右	西日本工業大学教授	・金型磨き技能の知識データ化に関する研究 ・超音波振動を援用した自動化に適した研磨加工法の研究開発 ・レーザ光による金型表面形状の精密計測に関する研究 ・2次元FFTを利用した研磨加工面のうねり評価法に関する研究
	専門分野	
	金型磨き技術に関する研究	
	精密工学会誌論文集	共焦点式レーザ変位計における閾値を使った反射光強度分布フィルタリングと加工面形状測定の影響抑制効果

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
神雅彦	日本工業大学 教授	・極微細径工具による切削特性解明および超音波振動切削システムの開発
	専門分野	
	精密加工学・工作機械工学・塑性加工学	
	砥粒学会誌	超音波振動ミリングによる精密金型加工に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
香村誠	ものづくり大学 准教授	・ブレードコーティングに関する研究
	専門分野	
	機械工作・生産工学	
	日本機械学会山梨講演会 講演論文集	超音波振動を利用した金型補修溶接時の残留応力の低減

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
閻紀旺	東北大学 准教授	・超短パルス高出力フラッシュランプ照射による単結晶シリコン加工変質層の完全修復 ・高強度非球面金型の超精密切削を可能にするためのナノ粒子潤滑揺動切削法 ・高周波ナノ秒パルスレーザ照射による大口径シリコンウエハ加工変質層の完全修復 ・ガラス製超薄型フレネルレンズの高精度プレス成形
	専門分野	
	ナノ精度機械加工技術・M4プロセス技術・ナノパーティクル技術	
	砥粒学会誌	NiPめっきを施した鉄鋼金型のガラスレンズ成形への応用

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
北嶋弘一	関西大学システム工学部 教授	・電解砥粒研磨 ・エンドミル加工 ・SMA利用のシュリンキングツールホルダ
	専門分野	
	精密加工学	
	砥粒学会誌	金型深彫り加工用小径ボールエンドミルの開発

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
北村憲彦	名古屋工業大学 准教授	・塑性加工における材料流動およびトライボロジー
	専門分野	
	塑性加工・トライボロジー	
	塑性と加工	管・棒材の軸対称塑性異方性

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
木村文彦	法政大学 教授	・製品や製造プロセスのエネルギー・資源消費をモデル化し・環境負荷を評価して・持続可能性を達成できるような循環型の設計生産方法の研究
	専門分野	
	機械工作・生産工学 機械工作・生産工学・加工学	
	精密工学会誌	環境に配慮した生産システム構築の考え方

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
京極秀樹	近畿大学 教授	・高機能骨細胞再生用三次元スキャフォールドの設計と組織制御プロセスの提案
	専門分野	
	機械材料・材料力学	
	近畿大学次世代基盤技術研究所報告	超硬合金のレーザ積層造形

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
国枝正典	東京大学 教授	・電解液ジェットターニング加工の研究 ・形彫り放電加工の逆方向シミュレーション ・電極上のアーク柱の滑りを利用した無消耗放電加工
	専門分野	
	放電加工・電解加工・微細加工・金型	
	電気加工学会誌	積層金型のベント穴付き射出成型への応用

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
熊倉進	神奈川大学 准教授	・ボルト・ナット結合体の締付けとゆるみに関する研究 ・設計支援用e-ラーニングシステムの開発 ・CAD/CAMシステムを活用するもの作り教育
	専門分野	
	機械要素	
	設計工学	荷重増減を受けるボルト・ナット結合体のナットの形状とゆるみの関連性

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
厨川常元	東北大学 教授	・速粒子衝突による付着現象のマルチフィジックスシミュレーションと最適粒子設計
	専門分野	
	ナノ精度機械加工技術・M4プロセス技術・ナノパーティクル技術	
	砥粒学会誌	NiPめっきを施した鉄鋼金型のガラスレンズ成形への応用

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
黒瀬雅詞	群馬工業高等専門学校 教授	・金型成形加工における金型および弾性床盤の変形を考慮した成形誤差の軽減方法
	専門分野	
	生産工学・加工学	
	日本機械学会関東支部ブロック合同講演会講演論文集 2009・	大物プレス金型の金型底面補正法による成形技術の提案

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
桑原利彦	東京農工大学 教授	・世代輸送機器軽量化材料の準高ひずみ速度二軸応力試験システムの開発 ・複合変形経路における異方性鋼管の成形限界予測手法の確立と実験検証 ・自動車用高強度鋼管および高成形性鋼管の材料モデリングと成形限界の研究
	専門分野	
	材料加工・処理・設計工学・機械機能要素・トライボロジー・金属加工	
	塑性と加工	四角筒容器多段絞り金型の自動設計

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
古閑伸裕	日本工業大学 教授	・導電性ダイヤモンドのプレス金型への適用技術開発
	専門分野	
	生産工学・加工学	
	軽金属	5052アルミニウム合金板のダイヤモンド工具による無潤滑深絞り加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
小林義和	日本大学 准教授	・表面テクスチャによる塗装特性の制御 ・機能性表面作成のためのインライン計測/加工システムの開発
	専門分野	
	生産システム・マイクロトライボロジー・感性工学	
	精密工学会誌	大面積電子ビームによる金型加工面の高能率仕上げに関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
是澤宏之	九州工業大学 助教	・射出成形金型の高度化に関する研究 ・遺伝的アルゴリズムに基づく金型分割面構造の最適化による成形不良の低減
	専門分野	
	機械工作・生産工学	
	成形加工	金型設計とCAE技術

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
近藤司	函館工業高等専門学校 准教授	・工具姿勢最適化に基づく複雑形状の高精度3軸制御曲面加工法の研究
	専門分野	
	生産工学・形状処理工学	
	精密工学会誌	5軸NC工作機械による主軸傾斜曲面加工法に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
斉藤卓志	東京工業大学 准教授	・高出力レーザーを用いた高分子材料表面改質による新規導電性付与技術の開発 ・高度に制御された赤外線レーザーによる高自由度マイクロ加工の基礎的研究
	専門分野	
	熱工学	
	電気学会論文誌	可視化観察による熱インプリントプロセスの特徴把握と実験的考察

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
笹田 昌弘	神奈川大学 准教授	・外科手術及び細胞診に用いるマイクロ医療用工具の実用化に伴う強度問題に関する研究
	専門分野	
	機械要素・精密加工・微細加工・駆動機構	
	精密工学会誌	超微細医用鉗子の金型成形

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
笹原弘之	東京農工大学 教授	・切削-摩擦攪拌複合加工による金属表面へのナノ結晶層の創成と表面改質 ・切消-摩擦攪拌複合加工による機能性表面の創成 ・圧縮残留応力を生成する複合エンドミル加工法の開発とその解析的評価
	専門分野	
	生産工学・加工学・知能機械学・機械システム 設計工学・機械機能要素・トライボロジー	
	砥粒学会誌	圧縮残留応力および表面硬化層を付与する複合切削工具

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
清水伸二	上智大学 教授	・多軸・複合工作機械の熱変形特性向上のための結合部設計指針の確立
	専門分野	
	生産工学・加工学・機械工作・生産工学	
	砥粒加工学会誌	単石ダイヤモンドドレッサによる研削砥石への切れ刃分布の形成過程

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
清水友治	岩手大学准教授	・高精度交流電位差法を用いた摩耗のモニタリング
	専門分野	
	設計工学・機械要素・トライボロジー	
	品質工学研究発表大会論文集	金型材の研削加工における材料の健全性評価

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
社本英二	名古屋大学 教授	・従来原理の限界を超える“進行波”空気軸受の開発 ・切削力の大幅な低減を可能とする放物線振動切削装置の開発 ・放物線振動切削加工法の提案
	専門分野	
	超精密加工・超精密機械	
	砥粒学会誌	楕円振動切削によるタングステン合金製光学ガラス部品金型の延性モード加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
白井健二	日本大学 教授	・広領域表面テクスチャ生成のための加工システムと微小変位装置の開発 ・マイクロ成形によるフォトニクス結晶の高精度化・量産化方式に関する研究 ・光歪素子を型に用いた精密マイクロ成形によるフォトニック結晶の作成 ・形状変形制御可能な型を用いた3次元マイクロ成形装置の開発
	専門分野	
	コンピュータ総合生産システム・コンピュータ援用生産・生産システム	
	精密工学会誌	大面積電子ビームによる金型加工面の高能率仕上げに関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
白瀬敬一	神戸大学 教授	・加工プロセスモデルを内包した次世代工作機械のためのスマートNCプロセッサの研究 ・NCプログラムが不要な次世代スキルレス工作機械の試作
	専門分野	
	機械工作・生産工学・生産工学・加工学・知能機械学・機械システム	
	精密工学会誌	自律型工作機械を実現するシミュレーション技術

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
杉本公一	信州大学 教授	・ディーゼルエンジン用コモンレールの超高压化を可能とする低合金TRIP鋼の開発 ・新鍛造熱処理を適用した超強靱TRIP鍛造鋼の開発
	専門分野	
	材料加工・処理・構造・機能材料・金属加工	
	電気学会論文誌	B ₂ O ₃ -La ₂ O ₃ 系ガラスに適したインプリント金型材料の研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
鈴木清	日本工業大学 教授	・環境対応加工 マイクロバブルの各種分野への利用の研究
	専門分野	メガソニッククーラントを利用した除去加工の研究 フローティングノズル／フレキシブル導液シートの研究
	環境対応加工技術・研削加工・ 放電加工・超音波加工・切削加工	・導電性ダイヤモンドの応用の研究
	砥粒加工学会誌	節水と高能率・高精度加工を両立する新加工液供給法

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
鈴木孝明	香川大学 准教授	・シリコン結晶異方性プラズマエッチング技術の開発
	専門分野	・MEMS技術を利用した染色体ファイバ解析プラットフォームの構築
	知能機械学・機械システム・ マイクロ・ナノデバイス	・オンチップ分散配置駆動機構を有するマイクロシステム のアセンブリフリー加工法の開発
	精密工学会誌	マイクロ金型を用いたキャストニング法による低密度波 長分割多重用アレイ導波路回折格子に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
鈴木教和	名古屋大学 准教授	・動剛性の異方性を積極的に利用するびびり振動抑制法の 提案
	専門分野	・びびり振動を自動回避する次世代工作機械の開発
	生産工学・加工学	・焼結材料の延性モード加工を可能とする超高周波振動 切削加工に関する研究
	砥粒学会誌	楕円振動切削によるタングステン合金製光学 ガラス部品金型の延性モード加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
鈴木裕	九州工業大学 教授	・ボールエンドミル
	専門分野	・ヘール加工
	CAD/CAM・金型加工・メカトロニクス	・コランダム工具
	成形加工	・構成刃先
		金型設計とCAE技術

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
鈴木浩文	中部大学 教授	・超音波2軸振動援用マイクロ研磨の研究
	専門分野	
	機械工作・生産工学・ 生産工学・加工学	
	光アライアンス	マイクロ金型の超精密加工と計測技術―複雑形状の 微細金型の切削・研削・研磨加工と計測

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
進村武男	宇都宮大学 学長	・フレミングの法則を応用した高周波振動研磨工具の開発
	専門分野	・50～100ミクロン内径の毛細管内面を鏡面加工できる 磁気援用研磨技術の開発
	精密加工法・砥粒加工法	・希土類磁石を利用した超小形高周波振動研磨工具の 開発と微細径円管内面研磨への応用
	砥粒学会誌	CVD-SiC金型の湿式メカノケミカル研磨法に関する基礎研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
高木 純一郎	横浜国立大学 教授	・研削加工により強度低下したセラミックスの加熱による 強度回復
	専門分野	
	機械工作・生産工学 機械工作	
	精密工学会誌	CVDダイヤモンド膜の研磨に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
高辻則夫	富山大学教授	・内面螺旋溝付き押出し管の一体化成形法の開発 ・下死点高精度超精密プレスによる切断加工に関する 研究
	専門分野	
	塑性加工学(押出し加工・工具・金型設 計・数値シミュレーションほか)	
	塑性と加工	熱間押出し加工における金型変形のFEM解析： アルミニウム熱間押出し加工中の押出し金型変形に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
高野直樹	慶應義塾大学 教授	・高速マルチスケール動的解析法の開発とパワーMEMS設計への応用・検証
	専門分野	
	機械材料・材料力学	
	計算工学講演会論文集	重合メッシュ法によるポラスチタン部材のミクロ応力基準強度予測

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
高橋進	日本大学 教授	・自動車プレス部品の形成後の寸法変化レス工法 ・板材の特性評価方法(二軸引張試験)の研究 ・匠技術(自動車板金)の科学的解明 ・落花生殻をリサイクル活用した・樹脂複合材料の成形 ・エコ素材(山武杉等)の射出成形法の研究
	専門分野	
	塑性加工学・樹脂成形加工学	
	塑性と加工	板成形における技術の革新と融合による成形自由度の向上

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
高谷裕浩	大阪大学 教授	・デジタルナノパターニング技術開拓のための水酸化フラーレン分子加工原理に関する研究 ・自己組織化加工制御のためのナノ3次元構造インプロセス計測に関する基礎研究 ・フェムト秒時間分解変位計測に関する基礎研究
	専門分野	
	機械工作・生産工学・生産工学・加工学	
	光技術コンタクト	光放射圧制御マイクロプローブによる3次元形状計測

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
竹内芳美	中部大学 教授	・高付加価値を創出する巧妙加工の研究 ・人体血液輸送用軸流マイクロポンプの創成に関する基礎研究 ・自律型マイクロロボットによる小径複雑曲がり穴加工に関する基礎研究 ・複合機能素子の6軸制御超精密マイクロ加工
	専門分野	
	生産加工システム	
	精密工学会誌	NCデータの再構成による高精度金型加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
田中繁一	静岡大学 教授	・レーザCVD援用ナノ粒子エアロゾル3D積層造形によるセラミック構造物とその知能化 ・レーザ援用ナノ粒子集束エアロゾル3D積層造形法によるマイクロ知能材料の製作
	専門分野	
	機械工作・生産工学	
	塑性と加工	AEのフラクタル特性を用いた横型多段鍛造機における金型の損傷・破壊の検出

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
田中文基	北海道大学 准教授	・トレーサブル加工システムのためのセマンティック生産情報モデルに関する研究
	専門分野	
	システム情報科学	
	精密工学会誌	5軸NC工作機械による主軸傾斜曲面加工法に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
田辺里枝	長岡科学技術大学 助教	・大電流単発放電における微細軸形成現象の時間分解観察とその形成ダイナミクス
	専門分野	
	生産工学・加工学	
	電気加工学会全国大会講演論文集	めっきによるピーリング工具の作製と単発放電による除去の試み

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
谷口淳	東京理科大学 准教授	・三次元ナノインプリント技術の開発
	専門分野	
	微細加工学	
	精密工学会誌	ナノインプリント用金型作製技術

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
土屋健介	東京大学 准教授	・マイクロラックフリーな表層の“なじみ”効果を利用した超長寿命摺動面の開発 ・微細流路内での拡散現象を利用した微粒子の連続立体混合システムの構築 ・プラズモン共鳴をナノワイヤ表面に発生させる近接場光顕微鏡の設計・製作
	専門分野	
	生産工学・加工学・設計工学・機械機能要素・トライボロジー・知能機械学・機械システム	
	精密工学会誌	射出金型内部の樹脂温度直接測定のためのマイクロ熱電対アレイの開発

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
堤正臣	東京農工大学教授	・同時5軸制御加工による工作精度の予測と診断 ・多軸制御工作機械の機構及びサーボ系誤差を考慮した工作精度の予測とその同定 ・多軸制御工作機械の旋回軸系に存在する誤差の同定と補正による高精度化
	専門分野	
	機械工作・生産工学・加工学・機械工作・生産工学	
	精密工学会誌	微細溝切削による5軸制御マシニングセンタの幾何誤差推定方法の開発

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
鄒艶華	宇都宮大学 准教授	・磁気研磨法の基礎と応用研究 ・強力磁気加工技術の研究開発 ・磁気を利用した新しい精密バリ取り法に関する研究 ・電気・磁気複合精密加工法(ローレンツ力の利用・フレミングの左手の法則の利用)
	専門分野	
	生産工学・精密加工・砥粒加工・磁気加工	
	砥粒加工学会誌	内面磁気バリ取り法に関する研究：円管内面に生じたバリのみを除去する内面磁気バリ取り法の開発

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
寺井久宣	北九州工業高等専門学校 教授	・ボールエンドミル加工において工具姿勢が切屑生成機構に与える影響の幾何的解明
	専門分野	
	生産工学・加工学	
	日本機械学会論文集. C編	ボールエンドミル加工の幾何的切削機構解析に基づく加工面生成に関する考察

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
戸澤幸一	芝浦工業大学 教授	・加工技術 ・計測技術・生産システム ・自動車製造技術・経営工学他
	専門分野	
	金型工学研究	
	精密工学会誌	表面テクスチャの計測による加工精度評価

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
中川平三郎	滋賀県立大学教授	・高硬度金型材料のエンドミル加工における工具磨耗の検討
	専門分野	
	生産工学・加工学・ 知能機械学・機械システム	
	精密工学会誌	金型加工における送りと主軸回転数制御による切削抵抗の一定化に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
中村和彦	千葉工業大学 教授	・対向液圧成形法による工程短縮 ・対向液圧成形法による金型の簡易化
	専門分野	
	機械材料・材料力学・生産工学・加工学・ 材料加工・処理	
	塑性と加工	長方形筒容器の深絞り限界に及ぼす素板形状と対向液圧の効果

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
中村保	静岡大学 特任教授	・直接通電加熱焼結によるセラミックス被覆純チタン製クラウンのネットシェイプ成形 ・レーザ援用ナノ粒子集束エアロゾル3D積層造形法によるマイクロ知能材料の製作 ・複雑曲面形状をもつ純チタン歯科補綴物のレーザ援用インクリメンタル成形
	専門分野	
	機械工作・生産工学	
	塑性と加工	AEのフラクタル特性を用いた横型多段鍛造機における金型の損傷・破壊の検出

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
中本圭一	東京農工大学 准教授	・工作機械の物理モデルを援用した複合加工機用工程設計支援システムの開発 ・多軸制御工作機械による高能率加工を実現するための工程設計支援システムの開発
	専門分野	
	生産工学・加工学	
	精密工学会誌	微細構造を有するガラスレンズ成形型の高精度加工に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
奈良崎道治	宇都宮大学 准教授	・焼入冷却剤の冷却能データベースの構築 ・液体ナトリウムを用いた原子炉冷却技術の金属熱処理プロセスへの応用
	専門分野	
	材料加工・処理・熱工学	
	熱処理	熱処理シミュレーションの現状と展望

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
檜原弘之	九州工業大学 教授	・MID成形のラピッドプロトタイピングに関する研究 ・光造形法を用いたマイクロモータの多極マグネット成形技術の開発
	専門分野	
	生産工学・加工学・知能機械学・機械システム	
	電気加工技術	積層造形技術の現状

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
新野俊樹	東京大学 教授	・高代謝速度大型臓器再構築用3次元担体の粉末焼結積層造形に関する研究 ・微細粉末・微細レーザを用いた粉末焼結積層造形の微細性向上に関する研究 ・粉末焼結積層造形法による高代謝臓器再生用担体の造形および培養に関する研究
	専門分野	
	生産工学・加工学・機械力学・制御・知能機械学・機械システム	
	電気加工学会全国大会講演論文集	電解液ジェット加工を用いた金属薄膜のストラクチャリング

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
新野秀憲	東京工業大学教授	・コンパクト三次元形状計測システムCompact Nano-Profilerの開発 ・広域ナノパターンジェネレータ(ANGEL)の開発とナノ加工特性の解明
	専門分野	
	機械工作・生産工学・機械工作・生産工学・加工学	
	日本機械学会論文集C編	AFMプローブを用いた三次元形状計測システム

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
野口裕之	日本工業大学 准教授	・ダイヤモンド三次元マイクロ金型による超高压下での実験的塑性流動解析
	専門分野	
	マイクロ加工・導電性プラスチック・精密鋳造	
	精密工学会誌	重錘落下式超高速射出成形機と集束イオンビームによるマイクロ成形金型を用いたプラスチックマイクロ部品成形

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
野村 俊	富山県立大学 教授	・加工制御のためのオンマシン非球面形状測定システムの開発 ・位相シフト反射角変化法による自由曲面の形状誤差計測 ・超精密旋盤用ラテラルシアリング干渉計によるオンマシン形状計測に関する研究
	専門分野	
	機械工作・生産工学 生産工学・加工学	
	精密工学会誌	レンズ金型の干渉計による非接触三次元計測

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
袴田昌高	京都大学 助教	・極微細ナノ多孔質構造によるパラジウムおよびニッケル触媒の高機能化
	専門分野	
	元素戦略	
	日本金属学会誌	合金化/脱合金化法による白金板表面へのナノポーラス構造形成

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
橋口原	静岡大学教授	・アルカリイオン混入シリコン酸化膜を用いた超小型振動発電素子の開発 ・原子間力センシング機能を有する柔軟物質把持用MEMSピンセットの開発
	専門分野	
	知能機械学・機械システム	
	塑性と加工	チタン合金の超塑性鍛造によるマイクロ金型の製造

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
樋野 励	名古屋大学 准教授	・多軸制御加工のための工具姿勢の数理モデルによる最適化 ・技能者による生産計画に対する工夫を支援する高機能CNC装置の開発
	専門分野	
	生産工学・加工学・知能機械学・機械システム	
	精密工学会誌	楕円振動切削による金型鋼の自由曲面加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
樋口 俊郎	東京大学 教授	・静電誘導の原理に基づく普通紙の2自由度搬送機構 ・液中レーザ加熱によるマイクロ凸構造形成技術に関する基礎的検討 ・力覚とアクチュエータの統合による直感的オブジェクトハンドリングシステムの開発
	専門分野	
	知能機械学・機械システム・機械力学・制御工学・マイクロ・ナノデバイス・計測・制御工学・設計工学・機械機能要素・トライボロジー・機械力学・制御・結晶学・設計工学・機械要素・トライボロジー	
	日本AEM学会誌	繰り返し制御を用いた粘弾性測定

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
秦 誠一	東京工業大学 准教授	・ガラス成形金型用Ptフリーアモルファス合金のコンビナトリアル探索とそのナノ加工 ・高機能金型材料の創成とそのナノ加工 ・集積化薄膜ライブラリによるコンビナトリアル材料評価 ・アークプラズマコンビ法による新しい薄膜金属ガラスの超効率的創成とその加工
	専門分野	
	精密工学	
	日本機械工学会誌	新しいPt基アモルファス合金を用いたガラスレンズ成形用金型の試作

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
早川邦夫	静岡大学 准教授	・AEによる冷間鍛造工具の損傷・破壊予知技術の開発 ・レーザ援用ナノ粒子集束エアロゾル3D積層造形法によるマイクロ知能材料の製作 ・複雑曲面形状をもつ純チタン歯科補綴物のレーザ援用インクリメンタル成形
	専門分野	
	材料加工・処理	
	塑性と加工	AEのフラクタル特性を用いた横型多段鍛造機における金型の損傷・破壊の検出

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
原圭祐	一関工業高等専門学校 助教	・超音波振動を援用した加工技術に関する研究
	専門分野	
	精密機械加工・超音波振動援用加工	
	砥粒学会誌	超音波援用研削加工による金型の鏡面仕上げ技術の開発

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
春山義夫	富山県立大学教授	・窒化チタン複合表面改質膜の結晶配向制御による耐摩耗性向上
	専門分野	
	設計工学・機械機能要素・トライボロジー	
	塑性と加工	金型・工具への複合表面改質とその特性

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
東健司	大阪府立大学 教授	・金属ガラスの変形・破壊のその場観察と原子レベルでのメカニクス解明 ・マルチスケール制御によるトレードオフ・バランスング高性能マグネシウム合金の創製 ・過飽和水素封入プロセスを利用した超軽量セルフォーム構造材料の創製とその機械的性質
	専門分野	
	金属物性	
	日本金属学会誌	酸水溶液処理を施したAZ31マグネシウム合金における可視光域の鏡面反射率と表面粗さの関係

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
日野 隆太郎	広島大学 准教授	・プレス成形性と強度・剛性を考慮した軽量多孔質積層板最適設計技術の開発 ・PCクラスタを利用した難成形板材の成形条件高速最適化システム開発
	専門分野	
	生産工学・加工学・機械材料・材料力学	
	塑性と加工	ハット断面ビームのスプリングバック対策としての最適金型見込み

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
平井聖児	ものづくり大学 教授	・マイクロバブル応用技術 ・異方性エッチング技術 ・超音波振動応用技術
	専門分野	
	生産工学・加工学	
	塑性と加工	超音波振動による局所的な塑性変形を利用した溶接残留応力の低減法

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
平塚貞人	岩手大学 教授	・ casting・溶接・接合・粉末冶金の加工プロセス法を用いた複合材料の開発研究
	専門分野	
	casting 工学	
	casting 工学	casting 複合化

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
藤尾 三紀夫	沼津工業高等専門学校 教授	・予測補正制御に基づく高速高精度加工システムの試作 ・NC加工シミュレーションに基づく高速高精度加工用制御システムの構築
	専門分野	
	知能機械学・機械システム	
	沼津工業高等専門学校研究報告	NC加工シミュレーションの高精度化に関する研究 -切削力の簡易予測法の検討-

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
前川佳徳	大阪産業大学教授	・バーチャル臀部による便座の座り心地評価手法の提案 ・光造形法における歪みを改善する手法の提案 ・簡易的な3次元モーションキャプチャシステムを用いたスポーツフォームチェックシステムの提案 ・CAD/CGアニメーション利用によるデジタル説明書作成手法に関する研究
	専門分野	
	感性工学	
	繊維製品消費科学	下着の着心地評価のための接触面圧分布シミュレーション

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
松木賢司	富山大学 元教授	・リサイクル混合押出し法による高機能マグネシウム-セラミックス粒子複合材の創製
	専門分野	
	構造・機能材料・金属材料	
	塑性と加工	熱間押出し加工における金型変形のFEM解析：アルミニウム熱間押出し加工中の押出し金型変形に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
松田礼	日本大学 准教授	・ボールエンドミルを用いた同時多軸制御加工による表面凹凸の配列制御
	専門分野	
	生産工学・加工学	
	精密工学会誌	パッチ分割切削法による任意三角形パッチ内への規則的 surface 模様形成

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
丸谷洋二	大阪産業大学 教授	・画像処理を基幹技術とする・画質改善・検査・計測・鑑定。
	専門分野	
	材料加工・処理	
	精密工学会誌	摩擦攪拌接合を利用した積層造形の一方式

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
水垣善夫	九州工業大学 教授	・3次元切削における2次元切削モデル平面の同定
	専門分野	
	機械工作・生産工学・生産工学・加工学	
	日本機械学会論文集, C編	ボールエンドミル加工の幾何的切削機構解析に基づく加工面生成に関する考察

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
水野雅裕	岩手大学 教授	・8の字形3次元工具振動システムによる金型の高能率・高精度鏡面仕上げ ・非導電性研削ホイールのブリッジ放電ツルイーングに関する研究
	専門分野	
	精密加工	
	砥粒学会誌	振動による金型材料の研磨

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
南明宏	有明工業高等専門学校 教授	・硬質皮膜を施した熱間鍛造金型の熱負荷の影響 ・対向液圧を用いた硬軟質薄板材のプレス成形に関する研
	専門分野	
	塑性加工	
	年次大会講演論文集/ 一般社団法人日本機械学会	温・熱間鍛造型の熱軟化及び塑性変形抵抗に及ぼす型の表面皮膜構造の影響

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
村川正夫	日本工業大学 教授	・BN(窒化ホウ素)系コーティング切削工具の開発に関する研究
	専門分野	
	機械加工・塑性加工・超硬質膜・レーザ加工	
	砥粒学会誌	超音波振動ミリングによる精密金型加工に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
村田泰彦	日本工業大学 教授	・プラスチック射出成形におけるバリ発生評価金型の開発 ・金型内レーザーマキングによる射出成形品収縮挙動の計測
	専門分野	
	プラスチック成形加工	
	精密工学会誌	誘導加熱・冷却金型による射出成形品外観の向上

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
望月達也	静岡文化芸術大学 教授	・デジタルものづくりを考えたデザイン ・フィーチャベースソリッドモデリング ・デジタルモデリングによる造形 ・3D-CADとWeb3Dによるデジタルドキュメンテーション ・Web3Dによる情報デザイン
	専門分野	
	CAD／CAM／RP・デジタルモデリング	
	型技術	順走プレス金型の設計と加工技能

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
森謙一郎	豊橋技術科学大学 教授	・局部通電加熱を用いた超高張力鋼板の高品質せん断加工法の開発 ・超高張力鋼板の通電型内加熱を用いた温・熱間プレス成形法の開発 ・チタン合金板の冷間多段深絞り加工技術の開発とチタン合金容器の実用化
	専門分野	
	材料加工・処理・機械材料・材料力学	
	塑性と加工	摩擦圧接されたテーラードピレットを用いた強度分布を有する部品の型鍛造

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
森重功一	電気通信大学 准教授	・力覚による援用を利用した工作機械操作インタフェースの開発 ・力覚呈示装置を利用した多軸制御工作機械操作インターフェースの開発 ・機械構造を考慮した5軸制御加工用工具経路生成に関する研究
	専門分野	
	生産工学・加工学・機械工作・生産工学	
	精密工学会誌	エンドミル加工における干渉回避

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
森田昇	千葉大学 教授	・AFM機構によるLSI多重配線層の単一層表出診断法の研究
	専門分野	・高精度複合型ダイヤモンドツールの開発と微細構造デバイスへの応用に関する研究
	生産工学・加工学・機械工作・生産工学	・多機能型ダイヤモンドツールの開発とマイクロ・ナノスケール加工への応用に関する研究
	精密工学会誌	切削力検知機構を持つ微細穴加工用センサ、ビルトイン・スピンドルの開発

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
森脇俊道	摂南大学 学部長	・単結晶ダイヤモンド工具による鋼類の超精密切削に関する研究
	専門分野	・円振動切削機能を具備したマシニングセンター主軸の開発
	生産工学・加工学・ 知能機械学・機械システム	・Walking Drive を用いた3自由度球面モータの開発
	精密工学会誌	超精密加工用3軸制御ファストツールサーボの開発

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
柳和久	長岡科学技術大学 教授	・面領域の表面性状測定機を対象とした校正・測定標準面の製造と国際標準規格化
	専門分野	
	設計工学・機械機能要素・トライボロジー	
	精密工学会誌	超音波振動を援用した金型の鏡面仕上げ加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
山縣裕	岐阜大学 教授	・短サイクル射出成形における金型構造の研究
	専門分野	・重力金型鑄造における短サイクル化開発
	鑄造・塑性加工	・冷間鍛造およびハイドロフォーミングにおけるトライボロジー研究
	塑性と加工	・薄肉大型鑄物の鑄造技術開発(産学連携) ・5軸加工を使った金型加工における時間短縮(産学連携)

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
山下実	岐阜大学 准教授	・強度部材の衝撃塑性変形 ・ひずみ速度下の塑性変形挙動 ・チタン板の深絞り成形 ・マグネシウム板の常温プレス成形法の開発
	専門分野	
	機械材料・材料力学・生産工学・加工学	
	塑性と加工	高エネルギー速度加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
山田 誠	函館工業高等専門学校教授	・5軸制御形状加工 ・3次元形状測定 ・アクリル・木材等のレーザー加工
	専門分野	
	精密加工学・設計工学	
	精密工学会誌	5軸NC工作機械による主軸傾斜曲面加工法に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
楊明	首都大学東京大学 教授	・高密度エネルギー援用金属薄材マイクロ精密成形プロセスの開発 ・マイクロ金型の機能性表面創製とそのトライボロジー特性評価システムの開発 ・マイクロ金型内蔵センシングシステムによる高精度金属成形計測制御システムの開発
	専門分野	
	マイクロデバイスの製造・評価・MEMS 生化学応用計測・マイクロ金属成形	
	塑性と加工	金型内蔵マイクロセンシングシステムの開発

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
横井秀俊	東京大学 教授	・超高速・超薄肉・超転写成形の研究 ・パルプ射出成形の研究 ・射出および押出成形現象の可視化解析 ・インプロセス計測法の開発
	専門分野	
	プラスチック成形加工学	
	精密工学会誌	パルプ射出成形の研究: パーフロー金型による流動特性の計測と成形品特性の評価

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
吉川浩一	九州工業大学 准教授	・分散型生産システム ・5軸ボールエンドミル加工の高精度化
	専門分野	
	生産工学・分散型生産システム	
	日本機械学会九州支部講演論文集	加工面テクスチャの三次元形状評価： 摺動特性と表面性状パラメータとの相関

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
吉田総仁	広島大学 教授	・板成形CAE高精度化のための大ひずみ域応力-ひずみ関係と異方性の新しい決定法 ・高機能難加工板材の冷・熱間成形CAEのための高精度材料モデルと成形限界予測 ・種々の異方性金属板の冷/温間塑性構成モデルとその成形シミュレーションへの応用
	専門分野	
	機械材料・材料力学・材料力学・生産工学・加工学	
	塑性と加工	ハット断面ビームのスプリングバック対策としての最適金型見込み

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
吉村英徳	香川大学 准教授	・高エネルギー吸収性を有する超軽量ポーラス金属の高機能化に関する研究 ・エネルギー吸収特性を有する金属中空球超軽量多孔質材料の開発研究
	専門分野	
	生産工学・加工学・機械工作・生産工学	
	塑性と加工	チタン合金の超塑性鍛造によるマイクロ金型の製造

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
吉原正一郎	山梨大学 准教授	・マグネシウム合金のドライプレス加工 ・鋼管の座屈 ・アルミニウム合金管のスピニング加工 ・アルミニウム合金角管の回転引き曲げ加工
	専門分野	
	材料加工・処理	
	塑性と加工	ダイヤモンドコーテッド金型による AZ32マグネシウム合金板のドライ絞りしごき加工

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
米山 猛	金沢大学 教授	・サーボプレスモーションと摩擦変化についての小型摩擦センサによる解明と摩擦制御成形 ・共焦点顕微鏡プローブと摩擦検出微細鉗子を用いた脳腫瘍の術中診断・摘出システム ・屈曲軸内回転を可能とするマイクロ鉗子の開発
	専門分野	
	生産工学・加工学・知能機械学・機械システム・設計工学・機械機能要素・トライボロジー	
	精密工学会誌	金属光造形金型による薄肉低圧射出成形

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
林 偉民	群馬大学 准教授	・自転/公転型研磨法による高精度形状修正研磨の研究
	専門分野	
	生産工学・加工学	
	砥粒加工学会誌	磁気混合流体(MCF)による3次元研磨に関する研究

氏名	所属・職位	主な研究テーマ
王 志剛	岐阜大学教授	・プロセストライボロジーや延性破壊 ・板鍛造の加工法開発生体材料加工法や板鍛造の工法開発
	専門分野	
	プロセストライボロジー・型工学・冷間鍛造・板鍛造	
	塑性と加工	塑性加工製品のコストダウンに貢献するトライボロジー基礎研究