

中小製造企業における先端技術開発と  
イノベーションに関する調査研究

2013年3月

---

独立行政法人 中小企業基盤整備機構

経営支援情報センター

---



## 目次

要約	1
調査概要	3
はじめに	5
第1章 調査の背景と目的	7
(1) 製造業に関する現況	7
(2) 中小企業を取り巻く環境	9
(3) 調査の目的と手法	11
① 調査の主目的	11
② 調査の対象	12
③ 調査の手法	12
第2章 基盤技術とイノベーション：概念と関連政策の俯瞰	13
(1) イノベーションの役割と中小企業	13
(2) 企業経営におけるイノベーション	14
(3) サポートリング・インダストリー：概念と振興策	15
第3章 アンケート調査の結果	19
(1) 調査の概要	19
(2) 回答企業群のプロフィール	19
(3) 中小企業群を取り巻く事業環境の変化	21
(4) サポインの事業化状況	25
(5) イノベーションの創出状況	30
① 「プロダクト・イノベーション」の創出状況	30
② 「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出状況	32
③ 海外各国との比較	34
(6) 知的活動の状況	35
(7) 小括：先端技術開発によって基盤技術を支える中小企業群のイメージ	37
第4章 インタビュー調査の結果	39
(1) インタビュー先企業と技術分野	39
(2) 事業のパターン	40

① 技術深耕型：コア技術の長期にわたる継続的なブラッシュアップ	41
② 数理解決型：高度な数理的解析手法により現場の課題を解決	43
③ 技術コーディネイト型：生産を部分的に外部に委託し、知識集約的な業務に注力	45
(3) 事業化の成功要因～重層的なネットワークの活用～	46
(4) 考察	47
① 「技術コーディネイト型」におけるコア技術の重要性	47
② 小括：～「技術深耕型」と「技術コーディネイト型」～	49
第5章 まとめ	51
(1) 本調査のサマリ	51
① アンケート結果のサマリ	51
② インタビュー結果のサマリ	51
(2) めざすべき企業像と発展の方向性	53
参考文献	57
資料編	
(1) 中小製造企業における先端技術開発：インタビュー事例集（10事例）	61
① 技術深耕型	61
・昭和精工 株式会社（精密金型）	61
・株式会社 塚谷刃物製作所（特殊刃物）	66
・株式会社 ケンテック（金属の表面処理）	72
② 数理解決型	76
・株式会社 シグリード（SSD用コントローラLSI）	76
・株式会社 レキシール（医療用ソフトウェア：手術支援等）	80
・株式会社 アールテック（医療用ソフトウェア：血流解析等）	86
・株式会社 トライアルパーク（金属プレス等のシミュレーション）	91
③ 技術コーディネイト型	96
・イーラムダネット 株式会社（リアルタイム・ハイビジョン用装置等）	96
・フルテック 株式会社（研究用電気炉、真空炉）	100
・株式会社 スペースクリエーション（研究開発用の試作機等）	106
(2) アンケート調査票	111
(3) 集計結果	121
① 単純集計の結果	121
② クロス集計の結果（一部抜粋）	136

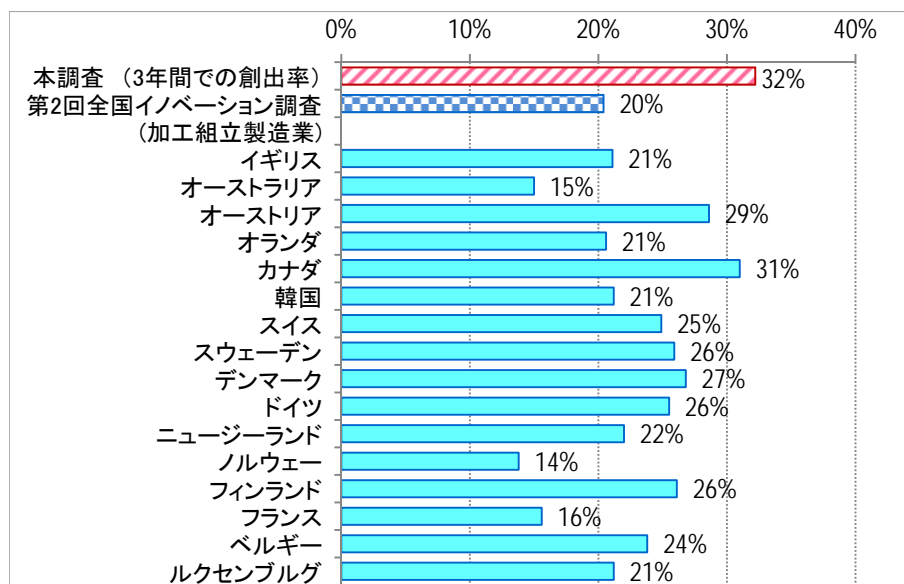
## 要約

本調査は、自社の保有技術を磨いて高度化し、これを製品やサービスの高付加価値化へと結び付けている中小製造業者にスポットをあて、「事業のパターン」、「イノベーションの創出状況」等を探るとともに、あわせて、R&Dの成果を事業へと結びつける際の成功要因等を洗い出し、一般の中小事業者や支援者への一助とすることが目的である。

1990年代以降、我が国の製造業を取り巻く環境は大きく変化し、情報化とモジュール化の進展のもと、海外メーカ群との厳しい戦いを余儀なくされている。しかしながら、このような環境下においても、先端的な技術開発を続け、プロダクト・イノベーションを起こしながら事業を継続する優秀なものづくり企業群は存在している。本調査では、そのような中小製造企業群の例として、戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）において採択された企業群を対象に、アンケート調査とインタビュー調査を実施した。

これらの企業群はいずれも高度なコア技術を保有し、我が国における先端的な基盤技術を牽引する役割を担っている。アンケートの結果からは、当該企業群における「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率が、一般の企業群よりもきわめて高いことが明らかとなった。例えば、従業員数50人以下の小規模企業群におけるイノベーション創出率（32%）は、一般の同規模企業群のその2.7倍にも達している。また、欧州等16か国との国際比較においても、これらをしのぐ世界トップクラスの創出率となっていることが分かった（図表 I）。さらに、これらの企業群は、研究開発・技術開発にも精力的であり、外部機関とも積極的に協力しながら、その成果を知財化している様相も明らかとなった、実際、過去5年間において全体の71%が特許出願を行い、54%が特許を権利化している。

図表 I: 「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率（製造業：国別）



(出所：『Innovation in Firms』(OECD, 2009)等を元に筆者作成。海外の調査は大規模企業を含む。)

一方、このような優れた企業群における個々の「研究開発活動」や「事業化への取り組

み」の実態を探るため、10社を対象にインタビュー調査を実施した。いずれも、サポイン事業における研究開発成果を、いち早く売上や利益に結び付けている企業である。その結果、典型的な3つの事業パターンの存在が明らかとなった。すなわち「技術深耕型」、「数理解決型」、「技術コーディネイト型」である。

このうち、「技術深耕型」は、自社が保有するコア技術を継続的に磨き続け、ニッチ市場を制するとともに、時代に応じた周辺技術の導入や多角化を実現している企業群である。本パターンは、我が国のものづくり企業において旧来からみられるひとつの典型的な成功パターンだともいえるが、国内の基盤技術を支える上で依然として重要性を保っているものと考えられる。一方、「数理解決型」はソフトウェア開発企業などにみられ、物性工学や物理学に関する高度なナレッジ、ならびに、情報工学に関する高いスキルを活用し、現場の課題解決をはかるパターンである。また、「技術コーディネイト型」は、製造プロセスにおけるスマイルカーブの「両端」を重視し、顧客の課題解決に尽力する企業群である。この事業パターンに属する企業群では、保有技術を核にT字型に能力を拡大させ、適宜、外部機関の技術や生産能力をコーディネイトし、活用している。具体的には、部品などの製造を（部分的に）外部に委託し、「技術開発」・「企画」・「設計」といったものづくりの上流工程や、「保守」・「アフターフォロー」といった顧客対応を重視して事業を行っている。グローバル経済の発展のもと、技術の進展が速くなり、また、不安定性をはらんだ事業環境下において、アジリティ（迅速性）を確保しながら事業を継続していく際、本パターンは大いに参考にすべきエッセンスを含んでいるものと考えられる。なお、いずれのパターンに属する企業においても、限られたリソースを補うため、「知識や技術」、「製造」、「販売」等に関する重層的なネットワークを、存分に活用している様相も明らかとなった。

今後、コア技術をさらに高度化し、プロダクト・イノベーションを実現しながら成長を目指す中小製造企業群においては、ものづくりに係る上記の2つの類型、すなわち、「技術深耕型」と「技術コーディネイト型」の双方のエッセンスを考慮しながら、自社の事業環境にみあった付加価値の向上を試みる戦略が有効であろうと考えられる（図表II）。

図表 II: 「事業パターン」 vs 「プロダクト・イノベーション」

事業パターン	技術深耕型 ←→ 技術コーディネイト型
イノベーションの創出	
画期的なプロダクト・イノベーションの創出 (市場にとって、画期的な新製品の販売)	領域 (A)
プロダクト・イノベーションの創出 (他社はすでに販売しているが、自社にとっては新しい製品の販売)	経路 (1) 領域 (B) 経路 (2)
プロダクト・イノベーションの非創出	領域 (C)

(出所：筆者作成)

## 調査概要

### 1. 調査の目的と背景

中小ものづくり企業をとりまく環境は依然として厳しい状況が続いており、今後の生き残り戦略においては保有技術力の向上が一つのキーとなる。そこで本調査では、戦略的基盤技術高度化支援事業（通称：サポイン事業）において採択を受けた企業について調査を行った。これらの企業がどのように技術を実用化、また事業化したのか、あるいは中小企業と外部機関とのアライアンスをどのように組んでいるのか等について、そのプロセスと成功要因を探ることを目的としている。またその結果から、中小機構としての今後の支援のあり方に関する考察を行う。

### 2. 調査手法

#### ①アンケート調査

サポイン事業において採択された企業を対象に、研究開発や技術革新に係る実態を把握するため、郵送によるアンケート調査を実施した。また、中小企業庁で実施した「戦略的基盤技術高度化支援事業の成果に関する調査」結果も参考にした。

#### ②インタビュー調査

事業化を達成している企業を対象に、サポイン事業利用の経緯や研究開発、事業化の状況などについてヒインタビュー調査を行った。

### 3. 調査体制

<担当>

鈴木 勝博 中小企業基盤整備機構 経営支援情報センター リサーチャー

<ナレッジアソシエイト>

大山 祐史 アドバンマネジ 代表コンサルタント

葉 恒二 葉中小企業診断事務所 代表

<事務局>

堀田 恭子 中小企業基盤整備機構 経営支援情報センター

#### 4. 執筆体制

本文 鈴木 勝博

事例編

株式会社シグリード	鈴木 勝博
昭和精工株式会社	鈴木 勝博
株式会社レキシール	鈴木 勝博・堀田 恭子
イーラムダネット株式会社	鈴木 勝博
株式会社トライアルパーク	鈴木 勝博
株式会社塚谷刃物製作所	堀田 恭子・鈴木 勝博
フルテック株式会社	鈴木 勝博
株式会社ケンテック	大山 祐史
株式会社アールテック	大山 祐史・鈴木 勝博
株式会社スペースクリエイション	大山 祐史・鈴木 勝博

#### 5. 調査訪問先

株式会社シグリード  
昭和精工株式会社  
株式会社レキシール  
イーラムダネット株式会社  
株式会社トライアルパーク  
株式会社塚谷刃物製作所  
フルテック株式会社  
株式会社ケンテック  
株式会社アールテック  
株式会社スペースクリエイション

(順不同)

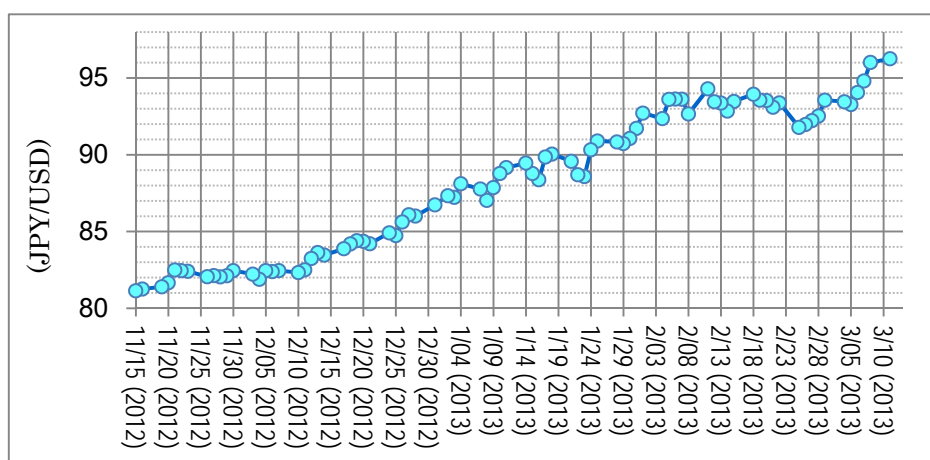


## はじめに

2012年12月の衆議院解散後、新政権へのマーケットの期待感が高まり、以降、急速な円安と株価の高騰が進行した。2013年1月末のドル対円の為替レートは、2010年6月以来約2年半ぶりに90円台に到達した。そして、その後も円安へのトレンドは継続し、3月8日には95円を突破した。(図表1-1)

適度な円安は国内製造業にとっては追い風だと考えられるが、度を過ぎてしまった場合、原材料や化石燃料などの調達コストにも影響しかねないため、その推移は内外の関心を集めている。

図表1-1: 為替レート(米ドル対円)の推移 (東京外国為替市場: 終値)



(出所: ロイター)

さて、1990年代初頭のバブル経済の崩壊以降、我が国の製造業は長期にわたって停滞している。経済のグローバル化、製造工程のモジュール化と国際分業化が進行し、超円高の逆風の中、国際競争力も徐々に低下している。東日本大震災後には、国内製造業をむしばむ6つの要因、すなわち、(i) 円高、(ii) 高い法人税、(iii) 労働規制、(iv) 環境規制、(v) 自由貿易協定の遅れ、(vi) 電力不足、をまとめた「六重苦」というキーワードが用いられるようになったが、これらの要因は個々の企業努力のみではコントロールが難しいため、上記の円安トレンドがその緩和に少しでも役立つことが期待されている。

しかしながら、一方、かような厳しい環境においても、連綿と技術力を磨き、新たな市場を開拓しながら事業を継続する企業群が存在することもまた事実である。本調査では、技術開発力・研究開発力を有する国内の中小製造企業に対し、アンケート調査とインタビュー調査を通じてその行動特性を探るとともに、技術力の向上を通じた高付加価値化と事業化に関する成功要因を探る。



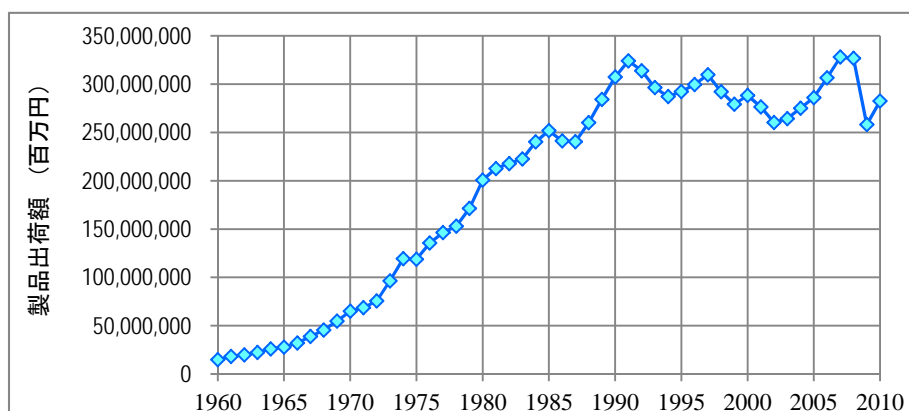
## 第1章 調査の背景と目的

### (1) 製造業に関する現況

改めて指摘するまでもなく、高度経済成長期における国内製造業の躍進は目覚ましく、1961年から1980年にかけて、製造品出荷額の平均成長率は年率14.1%という高いものであった。一方、1981年以降の10年間では、成長率にはいくぶん陰りが見られるものの、それでも平均年率4.4%の成長が継続し、日本経済は名実ともに世界に冠たる地位を築くことになった。しかしながら、バブル経済が崩壊した1992年以降、その様相は大きく変わり、停滞が続いている。実際、1991年から2000年にかけての平均成長率はマイナス0.6%、2001年から2010年にかけては0.2%である。2003年から2007年にかけては継続的に成長しているものの、直後のリーマン・ショックによってその積み上げ分は帳消しになっており、一進一退の推移となっている（図表1-2）。

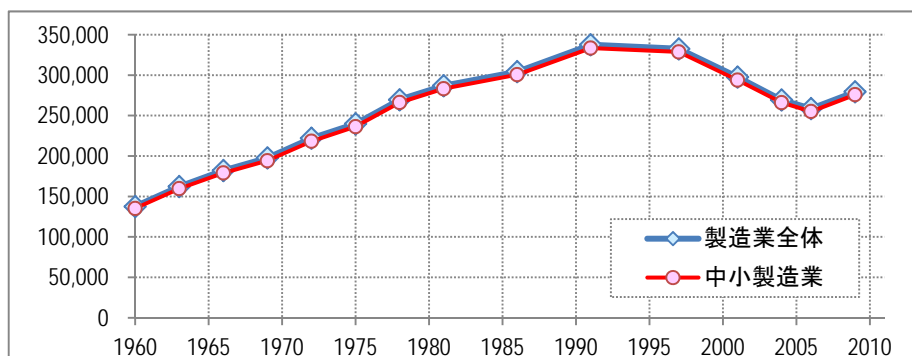
製造品出荷額の変遷に呼応して、国内の製造業を営む企業数は、バブル崩壊後、大幅に減少した。図表1-3に示すように、2009年の企業数は、1981年の水準と同等である。また、製造業の従業者数も同様に減少しているが、その落ち込みは企業数よりも激しく、2009年の水準は1963年とほぼ同じである。（図表1-4）そのため、見かけ上の「従業員一人当たりの出荷額」は、バブル崩壊以降、大幅に向上していることになるが、実態として、製造業をとりまく環境が厳しくなっている事実には代わりは無いであろう。

図表1-2：製造品出荷額の推移（製造業：従業員10人以上の企業）



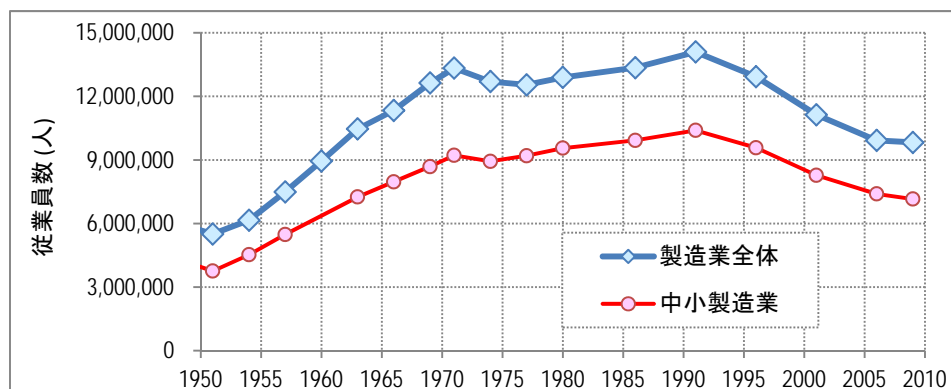
（出所：「工業統計調査」）

図表 1-3: 企業数の推移 (製造業)



(出所: 「中小企業統計データ」, 中小企業総合研究機構)

図表 1-4: 従業員数の推移 (製造業)



(出所: 「中小企業統計データ」, 中小企業総合研究機構)

さて、国内製造業がこのような苦境に陥っている原因に関しては、さまざまな議論が存在するが、例えば、2012年のものづくり白書では、サプライサイドとマーケットサイドの双方からの分析が行われている。

まず、サプライサイドとしては、(i) 工業製品のデジタル化・モジュール化の進展、ならびに、(ii) 生産方法のデジタル化の進展、が大きな原因として挙げられている。このうち(i)は、工業製品がもつ機能を小さく切り分け、これを、小さな部品(モジュール)によって実装するような、ものづくりの方法のことを示す。これらのモジュールは、相互のインターフェイスが明確に規定され、また、内部に組み込まれたプログラムによって制御されている。「機能」と「モジュール」が一対一に対応し、モジュール相互の関係性も明確に規定されているため、モジュール群を組み上げればそのまま最終製品が完成する。一方、日本がこれまで得意としてきた「インテグラル型(摺合せ型)」の製造工程では、いったん最終製品を組み立てた後でも、部分部分の微調整が必要となる(藤本, 2004)。モジュール化の利点のひとつは分業体制をつくりやすいことにあり、たとえば、「製品企画を米国で行い、部品の製造を日本、組み立てを中国で行う」ということが可能となる。結果として、それぞれの国(と企業)が持つ強みが十分に引き出され、モジュール型生産プロセスを介して

生ずる強い競争力は、国内企業のそれをしばしば凌駕する結果となっている。一方、(ii) に関しては、CAD や CAM が発達した結果、それまでは技師や職人のみが保有していた技能や経験知が（ある程度）コード化され、以前よりたやすく模倣できるようになったことを示す。コンピュータを組み込んだ製造装置とデータを入手すれば、たとえ技術の蓄積がなくても相応な製品を製造することが可能となり、我が国の製造業者がもっていた国際競争力は従前よりも低下した。

また、上記に加え、国内企業から海外企業に引き抜かれた人材を通じての技術流出も指摘されている。このような複数の要因によって、日本の製造業がかつて持っていた技術的優位性はかなり薄れ、現在のような苦境があらわれているといえよう。

また、マーケットサイドからは、新興国で急増している中間層に対し、ニーズにあった適正な価格帯の製品を、国内企業が必ずしも提供できていないことが指摘されている。実際、多くの国内企業においては、新興マーケットの顧客にあわせた価格設定をしているわけではなく、必要なコストを積み上げた、あくまでも供給者サイドの視点で価格を決定している。また、現在の製造業においては、「製造」や「組立」に関する付加価値が下がり、上流工程（「企画・マーケティング」・「研究開発」、「設計」）や「アフターサービス」の付加価値が高くなっているのに対し、海外市場を攻略する際に必要な「企画・マーケティング」を行う人材が不足していることが、あわせて指摘されている。

このような状況を打開するにあたり、同白書では、国内企業がもつ強みである「現場力」を活かし、「マザー機能」を担っていくことが提案されている。ここでいう「現場力」とは現場の人材がもつ眼前の状況への対応能力を指し示しており、特に、製造現場では「課題発見能力」や「課題解決能力」が優れていることが指摘されている。また、アンケート調査の結果などから、このような「日本流ものづくり」は、海外に生産拠点を展開する際にも有用であることが言及されている。実際、ASEAN 諸国に生産拠点をもつ企業においては、現地で「日本流のものづくり」を実践している企業の方が、そうでない企業よりも生産水準が高い。そのため、国内のモノづくり企業が成功裏に海外展開していくための方法の一つとして、海外拠点の最新情報や課題をいったん国内へと集約し、これを「現場力」によって再解釈して磨きあげ、再び海外へフィードバックするような「マザー機能」を持つことの重要性が指摘されている。

いずれにせよ、国内製造業を取り巻く事業環境は急速に変化しており、従前からのビジネスモデルや製法をそのまま踏襲するだけでは厳しい状況である。なんらか、新たな創意工夫が必要な局面に遭遇していることは、間違いがないと言えよう。

## (2) 中小企業を取り巻く環境

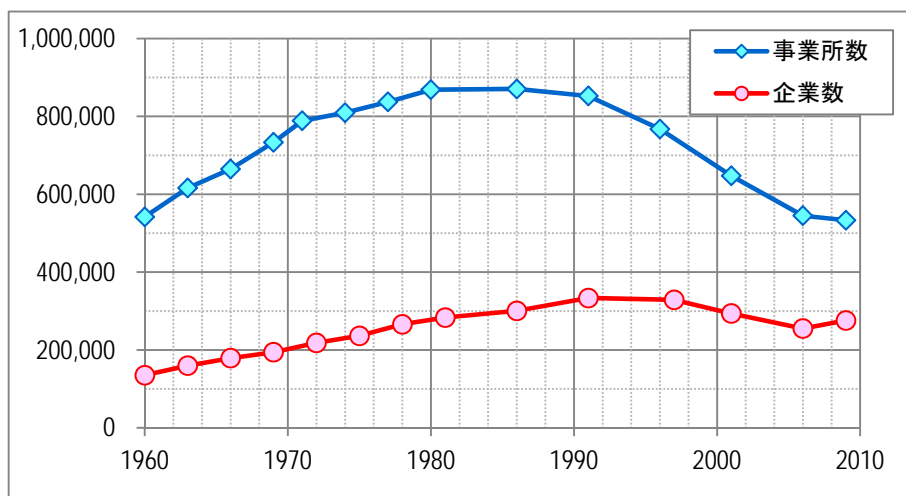
さて、上記のような状況は、製造業に係る中小企業群にも大きな影響を与えている。図表 1-5 に、製造業を営む中小企業の数、ならびに、事業所数の推移を示す。

2000 年代以降、我が国の全企業の 99.7% は中小企業である。そのため、上記の図表 1-3 にも示したように、バブル崩壊の頃までは製造業を営む中小企業数は単調に増加し、その後は減少傾向に転じている。一方、中小製造業に関する事業所の数は、1960 年代から 70 年代にかけて右肩上がりに増加していたが、1980 年代には飽和し、ほぼ横ばいとなっ

ている。そして、バブル崩壊に先駆けて 1986 年以降は微減傾向に転じ、バブル崩壊後は 2000 年代の「いざなぎ景気」にも関係なく、減少を続けている。この傾向は図表 1-4 の従業員数の推移と似ており、2009 年の事業所数は 1960 年とほぼ同等の水準となっている。

一企業あたりの事業所数は、1960 年には平均 4.0 事業所であったが、1980 年には 3.0 事業所にまで低下し、2006 年には 2.1 事業所、2009 年には 1.9 事業所にまで低下している。事業環境の激化に伴い、中小企業においても、合理化が進行していることを示唆する結果となっている。

図表 1-5: 事業所数と企業数の推移 (中小製造業)



(出所: 「中小企業統計データ」, 中小企業総合研究機構)

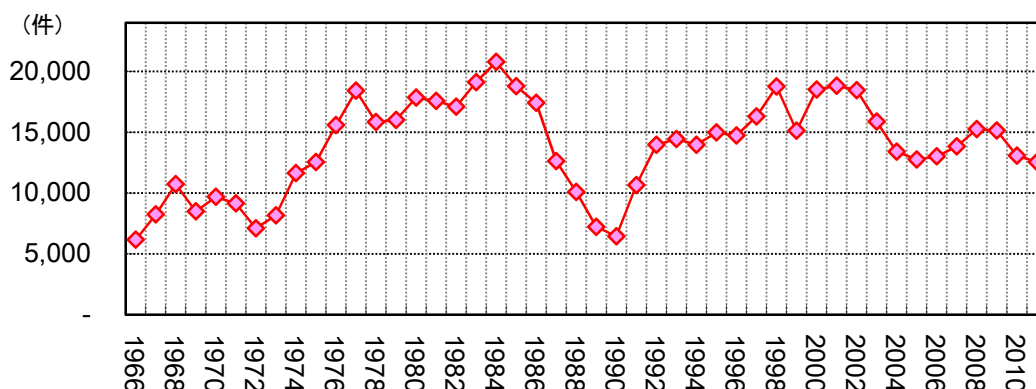
図表 1-6: 製造業に関する事業所数の推移 (地域別)

	1986 年の事業所数 (千事業所)	2006 年の事業所数 (千事業所)	増減率
大田区 (東京都)	10.2	6	-41.90%
浜松市 (静岡県)	9	5.4	-39.60%
東大阪市 (大阪府)	10.8	7.4	-31.70%
全国	874.5	548.5	-37.30%

(出所: 「中小企業白書」(2011 年版), 中小企業庁)

このような傾向は全国を通じて見られており、地域によらず共通している。一例として、製造業の代表的な集積地である、東京都大田区、静岡県浜松市、大阪府東大阪府の二時点比較を図表 1-6 に示す。事業所数がピークであった 1986 年とその 20 年後を比較しているが、大田区の実業所数はマイナス 42% となっている。同様に、浜松市ではマイナス 40%、東大阪市でもマイナス 32% となっており、グローバルな経済情勢の変化のもと、地域製造業にも大きな影響が出ていることは明らかである。

図表 1-7: 中小企業の倒産件数の推移



(出所: 「中小企業統計データ」, 中小企業総合研究機構)

なお、中小企業の倒産件数自体は、近年よりもむしろ、1970年代後半から1980年代後半の時期において高い数値があらわれている(図表1-7)。70年代後半には二度のオイルショックがあり、また、80年代はプラザ合意によって円高が加速した。企業数自体が多かった背景も後押しして、倒産件数の水準が相応に高かったものと推察される。一方、近年は企業数自体がかつてよりもかなり減少していることもあり、倒産件数の絶対数も減ってきているものと考えられる。実際、リーマン・ショック後の2008年～2009年における倒産件数は年間15,000件程度であるが、80年代中ごろの件数(約20,000件)と比べれば四分の三程度の水準にとどまっている。

全企業数に占める「倒産件数の比率」は時代とともに漸減する傾向にあり、1986年前後には1.3%～1.5%程度であった倒産率は、2009年前後には0.8%～0.9%となっている。これは、「業況が改善している」というよりも、むしろ、厳しい外的環境の中、力のある企業が生き残っている事の裏返しなのかも知れない。いずれにせよ、先述のような「六重苦」の状況の中、リソースの限られた中小製造業者にとっては、どのように事業を継続し、生き残りをはかっていくのか、その戦略は重要である。我が国に蓄積された技術を継承しつつ、内外の顧客のニーズをとらえ、さらにこれを高付加価値化していくための取り組みが、従前にも増して必要とされる状況になっていると考えられる。

### (3) 調査の目的と手法

#### ① 調査の主目的

前項で示したような厳しい状況のもと、中小製造業者のとりうる事業戦略としては、「事業の多角化」、「海外展開」、「製品やサービスのさらなる高付加価値化」等が考えられる。現在、成熟した技術を用いた部品・製品の生産に関しては、国内でこれを行うメリットは減少しつつあり、むしろ、コスト競争力に優れた東アジア、東南アジア諸国へと生産拠点が移りつつある。そのため、国内の事業活動においては、コスト競争に陥らずにすむ高付加価値な工程、すなわち、「先端的な研究開発・技術開発」、「製品の企画・設計」といった

知識集約的な活動、あるいは、「保守」・「アフターサービス」といったエンドユーザの満足度に大きく関係する活動にフォーカスしていくべきであろう。国際的にみても、日本という国が持つ強みのひとつは、先端的な技術の蓄積にある。顧客のニーズを顧みない「技術のための技術の追求」に陥っては意味がないが、一方、それが真に顧客に役立つイノベーションへと結びつくのであれば、やはり先端技術の持つ意味は大きいものと考えられる。

このような問題意識のもと、本調査においては、高い技術力をもとに国内の基盤技術を支える中小製造業者を対象に、「保有する技術力の向上」とこれにもとづくイノベーションを通じた「付加価値の向上」への取り組みに関する調査を実施する。そして、かような活動に関する先進的な成功事例を収集し、その本質に関する考察を行うことによって、国内中小製造業者や支援機関の参考に資する今後の技術経営のあり方を探ることを目的とする。

## ② 調査の対象

さて、今回一つ問題となるのは、上記のような「調査対象」の抽出方法である。高い技術力を保有する中小企業群の抽出に関しては、中小企業庁の「戦略的基盤技術高度化支援事業」（サポイン事業）に採択された企業群を調査対象とすることにより、これを代替する方針とする。後述するように、サポイン事業は「国から中小企業への研究開発委託」事業であり、採択されるためには先進的な研究開発計画の策定と、大学や他社とのアライアンス構築がのぞまれる。2006年に始まった本事業の採択件数は、現在、1,000件強程度であるが、本事業に採択された企業群はいずれも高い技術力を持ち、国内の基盤技術をけん引する企業群だと考えられる。

## ③ 調査の手法

本調査では、サポイン事業に採択された企業群を対象に、インタビュー調査、ならびに、アンケート調査を行う。

平成19年～21年度におけるサポイン事業の総括事例集（中小企業庁、2010）によれば、採択された企業の53%が「実用化」に成功し、また、15%が研究開発成果を「売上」にまで結びつけている。本調査においても、「事業化」を達成している企業群を対象にインタビュー調査を実施し、研究開発や技術開発の成果がどのような経緯で自社におけるイノベーションに活かされ、具体的に事業に結び付いているのか、そのプロセスと成功要因を探る。

また、アンケート調査においては、各企業の保有技術、ならびに、主要市場がどのような状況にあるのかを探るとともに、サポイン事業における研究開発活動の進捗が、現在、どのようなステータスにあるのかをあわせて探る。加えて、これらの企業群における日々の研究開発活動の状況やイノベーションの創出状況について、国際的な調査ガイドラインであるオスロ・マニュアル（OECD, 2005）に立脚した調査を行い、俯瞰的、かつ、他の調査と比較可能なデータを得る方針とする。これにより、我が国の基盤技術を支える研究開発型・技術開発型の中小企業像が明らかになるとともに、一般の中小製造業者に対する、目指すべきモデル像の提示もあわせて可能となることが期待される。



## 第2章 基盤技術とイノベーション：概念と関連政策の俯瞰

前章でも整理したように、本報告書のテーマは、研究開発や技術開発に伴う技術の高度化が、どのように具体的に事業へと結びついていくのかを探ることにある。換言すれば、製造・製品・サービス等に係るイノベーションがどのように創出され、事業へと結びついていくのか、その成功へのキーを探ることにある。具体的な調査結果の記述に入るための準備として、本章では、「イノベーション」、ならびに、「基盤技術」の概念や関連する政策について、簡潔に整理する。

### (1) イノベーションの役割と中小企業

前章で俯瞰したような状況を打開するにあたり、イノベーションが果たす役割は重要である。現在の国内製造業が陥っている状況の原因は、簡単にいえば、外的環境の変化によって、旧来の「勝ちパターン」が通用しなくなっていることにある。そのため、イノベーションによるブレークスルーが求められていることに関しては、有識者間でもその認識はおおむね一致しているものと考えられる（上野、2013）。

さて、イノベーションの重要性に関する指摘は前世紀の初頭にまでさかのぼる。「新結合」の概念を導入したシュムペーターによれば、単なる「生産の拡大」だけでなく、「馬車から鉄道へ」といった質的な進化を伴う経済発展こそが重要だと指摘され、また、その担い手としては「創造的破壊」を伴う企業家（アントレプレナー）の重要性が強調されている<sup>1</sup>。（J. A. シュムペーター，塩野谷，1977；J. A. シュムペーター，中山，1995）。とくに、1990年代以降、情報産業の発展とともに既存市場の消滅、ならびに、新市場の創出が起こっており、米コダック社のような強大な市場支配力を誇っていた大企業が民事再生に陥るような事態が生じている。このような産業構造の変革期においては、市場支配力とイノベーションとの関連性は相対的に薄まり、アントレプレナーが率いるベンチャー企業や、意思決定が早くフットワークの軽い中小企業に期待される役割が増しているものと考えられよう。研究開発型の中小企業と大企業の研究開発部門は、互いに相補的な側面を有しながら、ともにナショナル・イノベーション・システムの中の重要なポジションを占めているものと考えられる。

なお、1999年12月の中小企業基本法の改正時には、政策理念として、『企業間における格差の是正』よりも、『多様で活力ある中小企業者の成長発展』が重要視されている。その背景にあるのも、やはり、イノベーションや産業創出を担う中小企業の役割の重要性で

---

<sup>1</sup> イノベーションの担い手としては「大企業の研究開発部門」の重要性を指摘する論点もあり、その理由として、(1) 豊富な資金力、(2) 研究開発活動における「規模の経済」、(3) 大量販売にもとづく研究開発費の「回収能力」の高さ、(4) イノベーション実現のための「補完的資産」（生産設備、販売網）の豊富さ、(5) 多角化による「範囲の経済」の享受、等が挙げられている。しかしながら、1960年代から1980年代にかけての実証研究によれば、イノベーションの創出に際し、大企業が中小企業に比べて優位性をもっているとは、必ずしも言い切れない結果となっている（後藤，2000）。

ある。同法の改正時に主導的な役割を果たした清成忠男氏の提言においては「構造改革・新産業創出の先兵は中小企業・ベンチャー」と言及されている（清成，2009）。

## (2) 企業経営におけるイノベーション

さて、前項では、イノベーションが産業創出や経済発展に果たす役割についてマクロな視点で俯瞰したが、実際にイノベーションを創出するのは個々の事業者である。本項では、企業経営におけるイノベーションの役割についてサマライズする。

企業活動の中で起こっているイノベーションにはさまざまな種類が存在し、アカデミアにおいても連綿と議論がなされてきた。例えば、企業のイノベーションを測定・分析するための国際的なガイドライン「オスロ・マニュアル」（OECD, 2005）においては、4種類のイノベーションが定義されている。すなわち、

- (i) 新製品・新サービスの市場への投入に関する「プロダクト・イノベーション」、
- (ii) 製品・サービスの製造・生産方法に関する「プロセス・イノベーション」、
- (iii) 組織改革に関する「組織イノベーション」、
- (iv) 販売やマーケティングに関する「マーケティング・イノベーション」

である。最新のオスロ・マニュアルは、OECD と 欧州 Eurostat による共同執筆となっているが、その原型は Eurostat の手によるものである。欧州連合（EU）では、1993 年以降、Community Innovation Statistics (CIS)<sup>2</sup> と呼ばれるイノベーション調査を 6 度にわたって行い、その過程で本マニュアルも整備されてきた。近年、CIS に準拠した調査は世界各国に広がっており、国際的なイノベーション力の比較に関する調査報告書が上梓され（OECD, 2009）、また、日本においても二度の「全国イノベーション調査」が実施されている（文部科学省 科学技術政策研究所, 2010）。

図表 2-1: プロダクト・イノベーションとプロセス・イノベーションの定義

	種別	定義
1	プロダクト・イノベーション	新製品あるいは新サービスの市場への投入として定義される。新製品あるいは新サービスには、機能・性能・設計・原材料・構成要素・用途を新しくしたものだけではなく、既存の技術を組み合わせたり既存製品あるいは既存サービスを技術的に高度化したものも含まれる。ただし、製品あるいはサービスの機能面や使用目的が既存のものと変わらない単なるデザインのみの変更、他社製品・サービスの単なる販売・提供は含まれない。
2	プロセス・イノベーション	新プロセスの導入または既存プロセスの改良として定義される。プロセス・イノベーションには、製品・サービスの製造・生産方法あるいは物流・配送方法の新規導入や改良だけではなく、製造・生産あるいは物流・配送をサポートする保守システムやコンピュータ処理などの新規導入や改良も含まれる。

（出所：「第 2 回全国イノベーション調査 調査票」（文科省, 2010; 西川, 大橋, 2010)）

<sup>2</sup> 欧州における CIS 調査の実施年は以下の通りである：CIS1 (1997～98), CIS2 (1999), CIS3 (2000～2001), CIS4 (2004), CIS2006 (2006), CIS2008 (2008)。

これらの調査においては、企業活動の基本的な成果として、とくに「プロダクト・イノベーション」と「プロセス・イノベーション」が重視されており、調査票上、他のイノベーションよりも多くの設問項目が設けられている。両者の詳細な定義は図表 2-1 の通りである。

なお、「イノベーションの創出状況」を個々の事業者にたずねる設問においては、イノベーションによって引き起こされる「結果」を具体的に記すことにより、回答を容易にするための配慮がなされている。たとえば、文部科学省による第2回全国イノベーション調査においては、回答企業の（過去3年間における）製品・サービスについて、

1. 新製品と新サービスの両方を市場に投入した。
2. 新製品を市場に投入した
3. 新サービスを市場に投入した

のいずれかの場合を『プロダクト・イノベーション』と定義している。また、上記のうちで、

「どの競合他社も実現していない、市場にとってあたらしいイノベーション」

に関する設問を別途設け、これを『画期的なプロダクト・イノベーション』として切り分けている<sup>3</sup>。

このようなイノベーションへの取り組みが、企業の業績を向上させるであろうことは想像に難くない。実際、OECD の報告書においては、各企業における労働生産性の向上に対して、プロダクト・イノベーションが有意に寄与することが統計的に示されている（OECD, 2009）。具体的には、掲載された 17 개국<sup>4</sup>中 15 개국において、プロダクト・イノベーションが、有意水準 1% で労働生産性の向上に寄与している。また、残りの 2 개국のうち、1 개국においては、有意水準 10% ながら同様の寄与がみられ、有意でなかったのは 1 개국のみであった。ただし、本分析中に日本は含まれていない。

国内企業に関しては、「第一回全国イノベーション調査」と「企業活動基本調査」を用いた分析が試みられ、プロダクト・イノベーションが、企業における「全要素生産性の上昇」に対し、「持続的に有意な効果をあたえる」ことが示されている（権、深尾、金、2008）。このように、個々の企業にとってのイノベーションの重要性と意義は、種々の角度から検証されつつある。

### (3) サポートイング・インダストリー：概念と振興策

上記のように、現状を打破するための「イノベーションの創出」が求められている我が国の製造業ではあるが、産業としては依然として重要性を保っており、それは法的にも言

<sup>3</sup> この定義における（無印の）「プロダクト・イノベーション」は、市場にとっての新規性を伴う必要は必ずしもなく、競合他社の後追いでも構わない。換言すれば、「自社にとってのイノベーション」である。一方、「画期的なプロダクト・イノベーション」は市場にとっての新規性があり、イノベーションの本義にのっとった概念であるといえよう。

<sup>4</sup> 17 개국中にアメリカや日本は含まれておらず、イギリス、ドイツ、フランスなど、EU に属する国が 12 개국を占める。残りは、オーストラリア、ニュージーランド、カナダ、ブラジル、韓国である。

及されている。実際、中小企業基本法の改正が行われた 1999 年の春、製造業を「国の基幹的な産業」と位置付ける「ものづくり基盤技術振興基本法」が定められている（総務省 法令データ提供システム, 1999a）。本法では、製造業の発展のため、「ものづくり基盤技術<sup>5</sup>の積極的な振興を図ることが不可欠である」とうたわれており、別の政令<sup>6</sup>において総計 26 の「基盤技術」が定められている（総務省 法令データ提供システム, 1999b）。その一部を挙げると、

- 「圧縮成形、押出成形、空気の噴射による加工、射出成形、鍛造、鋳造及びプレス加工に係る技術」
- 「圧延、伸線及び引抜きに係る技術」
- 「研磨、裁断、切削及び表面処理に係る技術」

などが含まれており、中小企業が主としてこれを担っている技術分野も数多い。

また、追って 2006 年には、「中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律」（いわゆる「中小ものづくり高度化法」）（総務省 法令データ提供システム, 2006a; 中小企業庁, 2006a）が実施され、中小企業における研究開発活動の強化を通じて「国内製造業の国際競争力の強化」と「新たな事業の創出」をうながすための支援策が講じられている。本法の対象となる「基盤技術」は、その名の通り、中小企業がメインプレイヤーとなっている技術分野を指す。そのため、前述の「ものづくり基盤技術振興基本法」における基盤技術よりもその範囲は狭く、細分化されている。これらは「特定ものづくり基盤技術」と呼ばれ、毎年、経済産業大臣が策定する「指針<sup>7</sup>」の中で定められている（中小企業庁, 2012）。たとえば、平成 24 年には、図表 2-2 に示す合計 22 の技術分野が定められている。

図表 2-2: 特定ものづくり基盤技術（平成 24 年度）

No.	技術分野	No.	技術分野
1	組込みソフトウェア	12	金属プレス加工
2	金型	13	位置決め
3	冷凍空調	14	切削加工
4	電子部品・デバイスの実装	15	繊維加工
5	プラスチック成形加工	16	高機能化学合成
6	粉末冶金	17	熱処理
7	溶射・蒸着	18	溶接
8	鍛造	19	塗装
9	動力伝達	20	めっき
10	部材の締結	21	発酵
11	鋳造	22	真空

（出所：『中小企業の特定期ものづくり基盤技術の高度化に関する指針』（中小企業庁, 2012)）

<sup>5</sup> ここで「基盤技術」とは、「工業製品の設計、製造又は修理に係る技術のうち汎用性を有し、製造業の発展を支えるもの」である。

<sup>6</sup> 「ものづくり基盤技術振興基本法施行令」

<sup>7</sup> 中小企業の特定期ものづくり基盤技術の高度化に関する指針

さて、本法における支援の流れは以下の通りである。まず、基盤技術をもつ中小企業が、自社の技術の高度化を目的とする R&D の計画（「特定研究開発計画」）を策定し、これに対して経済産業大臣が認定を行う。そして、この認定を受けた中小企業は、以下の支援を受けることができるようになる： すなわち、

- (i) 金融の円滑化措置
- (ii) 特許化に係る特例措置
- (iii) 委託事業による支援：「戦略的基盤技術高度化支援事業」（サポイン事業）

等である（中小企業庁, 2006b）。

このうち、(i) は、財務的な該当条件をみたす中小企業に対し、「融資」・「増資」・「信用保険の限度額拡大」などについての特例措置を与えるものである。一方、(ii) は、認定された R&D の成果について、特許の「審査手数料」や（知財化した場合の）「特許料」を、一定期間内、半減するような特例措置である。

また、(iii) は、国から中小企業へと研究開発活動を委託し、そのための費用を国がバックアップする支援事業である。この「戦略的基盤技術高度化支援事業」は、しばしば「サポーティング・インダストリー事業」、あるいは、「サポイン事業」という呼称で呼ばれている。本事業は公募制であるため、認定されたすべての中小企業が採択されるわけではないが、まとまった規模の資金的バックアップを受けられる点は大きなメリットだといえよう<sup>8</sup>。本事業は、2006 年の開始以降すでに 7 年が経過し、採択された企業も 1,000 社強に達している。本事業においては、中小企業が単独でこれに応募するよりも、どちらかといえば、大学などの研究機関や将来顧客と想定される「川下企業」とアライアンスを組んでの応募が推奨されている。換言すれば、研究開発リソースが限られた中小企業群に対し、他機関との「オープン・イノベーション」の誘発を意識した制度設計となっている事も、その特徴の一つといえよう。

なお、この「サポーティング・インダストリー」という言葉が一般に普及しだしたのは比較的最近のことであり、研究文献にあらわれるのは 1980 年代初頭、研究分野において定着したのは 1990 年代であることが指摘されている（井出, 2004）。旧来の文脈における「サポーティング・インダストリー」は、「裾野産業」や「底辺産業」というような意味合いをもっていたが、現在の「サポイン事業」においては、

「大企業のパートナーとして、高い技術力・研究開発能力・イノベーション創出力を保持する中小企業群」

という、より積極的な意味合いを獲得しているものと考えられる。この言葉は、文脈によっては、『ものづくり基盤技術』（関東経済産業局, 2012）、あるいは、『ものづくり中小企業』（中小機構中部本部, 2012）というような意味合いでも使われ、現在でも厳密な定義が

---

<sup>8</sup> サポイン事業での研究開発期間は、通常、2 年から 3 年である。ただし、補正予算に関係する場合などは 1 年というケースも存在する。また、研究開発費用の規模は、初年度は 4,500 万円以下であり、2 年度目は初年度の 3 分の 2 以内、3 年度目は初年度の 2 分の 1 以内となっている（関東経済産業局, 2011）。

存在するわけではない。ただし、その背後にあるのは、「国内製造業を支える基盤技術」、「先進的な技術」、「オンリーワンの技術」といった積極的な意味合いであり、このような技術をもった企業群が、今後も国内製造業をけん引していくであろうことが期待されている<sup>9,10</sup>。

---

<sup>9</sup> 「サポーティング・インダストリー」に該当する概念の登場は1970年代にさかのぼり、最終製品を製造する「基幹的な産業」に対し、良質な部品や部材を供給してこれを支える「裾野産業」という意味合いであった。ただし、70年代から80年代の文献中では、「サポーティング・インダストリー」という言葉ではなく「補完的産業」・「周辺産業」・「関連支援作業」などの種々の言葉が混在して使われていた（井出，2004）。

<sup>10</sup> 関は、技術の集積構造を三つのレイヤーに分類し、それぞれ、「特殊技術」・「中間技術」・「基盤技術」と名付けた。具体的には「鋳造、鍛造、メッキ、熱処理、塗装、機械加工、プレス、プラスチック成型、等」が言及され、また、「その充実が、一国や地域の産業の展開力を規定する」と指摘している（関，1983）。

## 第3章 アンケート調査の結果

前述のように、本調査では、アンケート調査、ならびに、インタビュー調査を実施したが、本章では、まず、アンケート調査の概要と結果について簡潔に紹介する。そして、そこから見える国内の基盤技術をけん引する中小製造業者像と、イノベーションの創出力について俯瞰する。

### (1) 調査の概要

アンケート調査は、2012年11月19日から12月7日にかけて行われた。前述のように、調査票の調査対象は「戦略的基盤技術高度化支援事業」に採択された企業群である。調査票の配布件数は786件であり、有効回答数は416件、回収率は53%であった。

本調査票の内容は、大きく3つに分類される：ひとつは、「主要製品、コア技術、研究開発活動」等に関する設問群（計10問）であり、サポイン事業における研究開発活動の成果（事業化の状況、等）に関する設問もここに含まれている。またもうひとつは、オスロ・マニュアルをベースとするイノベーションに関する設問群（計19問）であり、プロダクト・イノベーション、プロセス・イノベーション等の創出状況や、知財に関する設問が設けられている。なお、残りは、企業のプロフィールに関する設問（6問）である。

なお、以降では、調査結果のすべてを網羅するのではなく、「研究開発」、「イノベーションの創出」、「事業化」という一連のプロセスと、その技術分野別の違いに着目しながら、基盤技術を支える中小企業像を明らかにする。

### (2) 回答企業群のプロフィール

本調査の回答企業の基本的なプロフィール（従業員数、売上）は、図表3-1の通りである。

図表3-1: 回答企業(416社)の従業員数と売上高(2011)

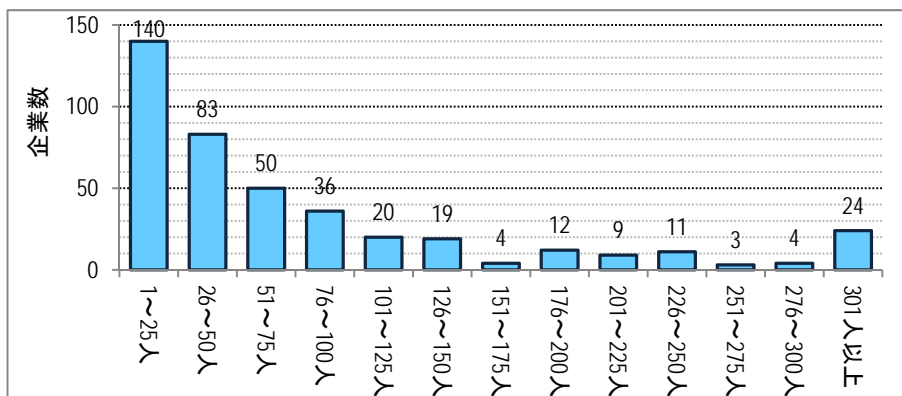
	平均	メディアン	標準偏差
従業員数(人)	86	47	118
売上高(百万円)	2,476	750	5,267

(出所：筆者作成)

平均従業員数は86人、平均売上高は24億7,600万円となっているが、メディアン（中央値）では、それぞれ17人、7億5,000万円となっており、大きくかい離している。また、いずれも、標準偏差が平均値を超え、大きなバラツキがあらわれている。これは、中小企業統計によくみられる大きくゆがんだ分布がその原因となっている。

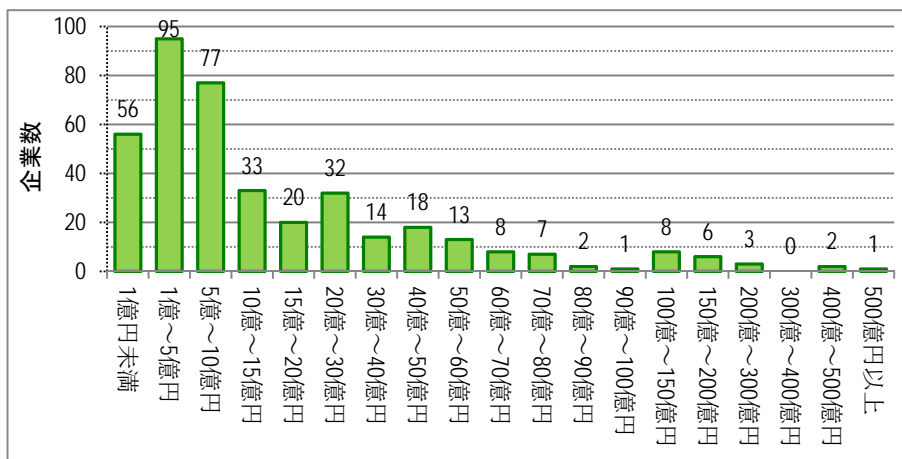
図表3-2, 3-3に、従業員数と売上高の分布を示す。いずれにおいても、分布のピークは左側に偏り、いわゆる、「右に歪んだ」分布となっている。

図表 3-2: 従業員数 (2011) の分布



(出所: 筆者作成)

図表 3-3: 売上高 (2011) の分布



(出所: 筆者作成)

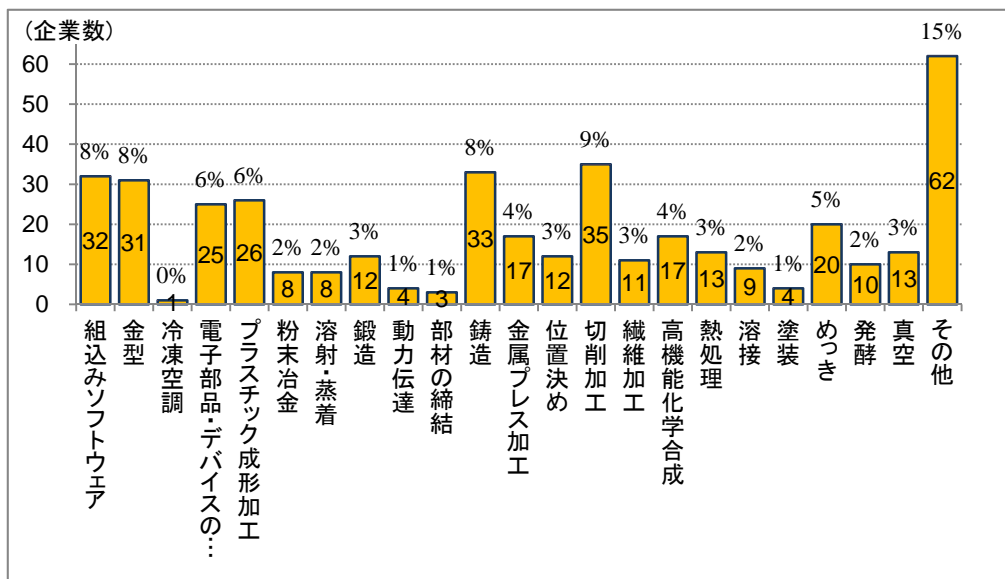
実際、図表 3-2 においては、「従業員数 25 人以下」の企業が 140 社であり、全体の約三分の一を占めている。また、50 人以下の企業の比率は 54%、100 人以下の企業のそれは 75%となっており、いわゆる正規分布とはかけ離れた形になっていることが一目瞭然である。

同様に、図表 3-3 においても「1 億円未満」の企業が全体の 14%、「1 億円以上 5 億円未満」の企業が 24%、「5 億円以上 10 億円未満」の企業が 19%となっており、小規模な企業が大きな割合を占めていることがわかる。より粗視化した区分では、(1) 売上高「10 億円未満」の企業の比率は 58%、(2) 「10 億円以上 100 億円未満」の企業のそれは 37%であり、(3) 「100 億円以上」の企業は 5%にすぎない。図表 3-1 の数値は、このような分布とともに理解されるべきものである。

なお、これらの企業群が有するコア技術は、図表 3-4 の通りである。



図表 3-4: 保有技術（最も主要な技術）の分布



(出所：筆者作成)

本図表の技術群は、平成 24 年版の『中小企業の特異なものづくり基盤技術の高度化に関する指針』（中小企業庁、2012）にあらわれる 22 の技術である。本アンケートへの回答企業群において相対的に比率が多いのは、

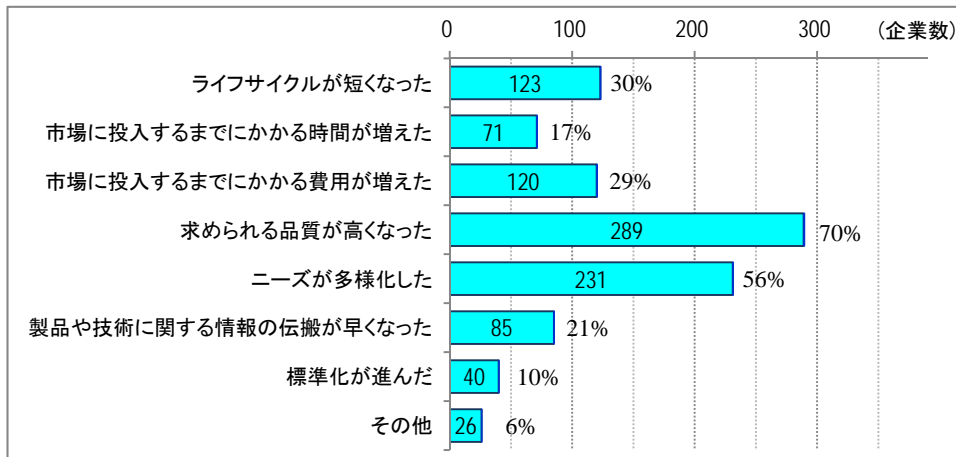
- (i) 「切削加工」（35 社）、「鋳造」（33 社）、「金型」（31 社）、「プラスチック成型加工」（26 社）といった国内に旧来から蓄積されてきた基盤技術、ならびに、
- (ii) 「組込みソフトウェア」（32 社）、「電子部品・デバイスの実装」（25 社）といった、ICT・電子機器関連のハイテクな基盤技術

の二種である。また、最も回答が多かった「その他」（62 社）の内容については、例えば、『半導体 IP（知的財産権）のライセンス・技術サポート』といった極めて知識集約的な業務や、『クエン酸（特殊塩類）、機能性材料』・『アトマイズアルミ粉』といった特殊な化合物や素材、あるいは、『リークテスター』・『はんだぬれ性試験装置』といった試験機など、多岐にわたっている。このような企業は全体の 15%を占めており、中小製造業者の事業内容が、旧来にも増して多様化しつつあることが示唆される分布となっている。

### (3) 中小企業群を取り巻く事業環境の変化

さて、先述のように、国内の中小製造業者を取り巻く環境は、厳しさを増しているものと考えられる。本アンケートでの、「事業環境の変化」に関する設問の回答結果は次図の通りである（図表 3-5）。

図表 3-5: 事業環境の変化



(出所：筆者作成)

全体の7割の企業が、「求められる品質が高くなった」と回答し、また、5割強が「ニーズが多様化した」と答えている。裏を返せば、「かならずしも高品質で無い製品」は海外から調達が可能となっていることが推察され、今回の調査対象企業群においても、より品質の高度化が求められていることがうかがえる。なお、その他、回答比率が高いのは、「製品のライフサイクルが短くなった」(30%)、「市場に投入するまでにかかる費用が増えた」(29%)となっており、高品質化のため、投入コストは増えていながらも、その回収のための期間は短くなり、事業環境が厳しくなっているような様相が推察される結果となっている。

さて、個々の事業者における、製品やサービスのライフサイクル期間は、図表 3-6 の通りである。設問では、おおむね何年から何年程度なのか、その下限と上限を回答する形式であるため、それぞれに関する平均値とメディアンを記述している。

図表 3-6: 製品やサービスのライフサイクル

ライフサイクル	下限	上限
平均	5.5 年	~ 14.2 年
メディアン	5 年	~ 10 年
(標準偏差)	(5.4 年)	(18.6 年)

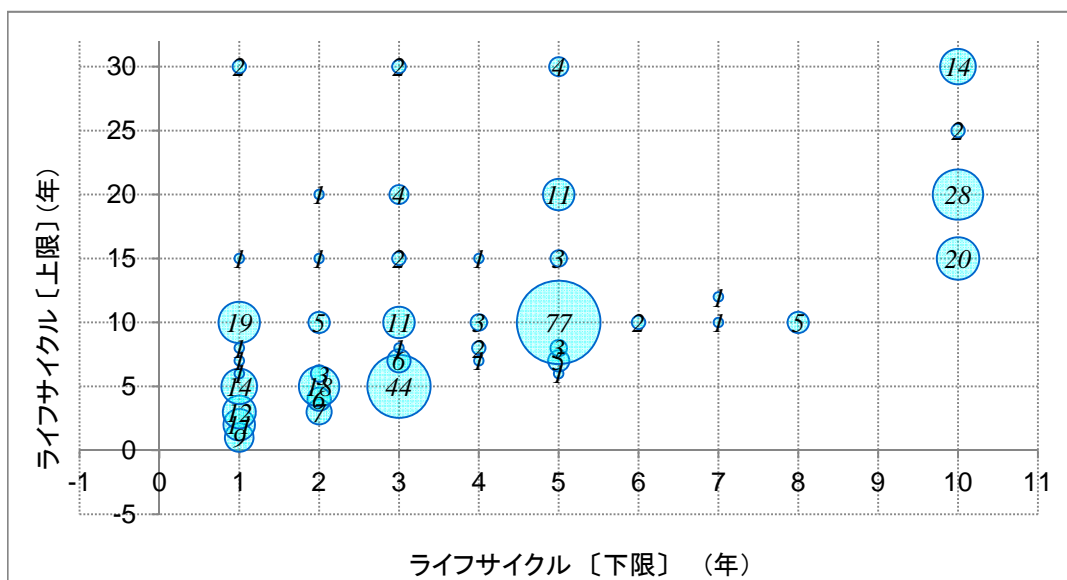
(出所：筆者作成)

ライフサイクルは、平均では 5.5 年~14.2 年、メディアンでは 5 年~10 年となっているが、上限・下限ともに複数のピークを有する複雑な形状の分布となっている。実際、上限と下限のペアの出現頻度を描いたバブルチャート<sup>11</sup> (図表 3-7) では、特定のペアに偏

<sup>11</sup> 本図に描かれているのは全回答を含む領域ではなく、その一部であり、全回答の 91.7%をカバーしている。本領域に含まれないような、非常に長いライフサイクル期間を答えた企業も存在している。

った分布となっていることが分かる。本図の最も大きなバブルは図表 3-6 のメディアンに相当する「5 年～10 年」にあらわれており、回答数は 77 件（全回答の 19.3%）であった。また、次に多い「3 年～5 年」という回答は全体の 4.5%を占めている。なお、「5 年～10 年」、もしくは、それより短いライフサイクルを答えた企業の比率は、全体の約 2/3（65.4%）にのぼっている。

図表 3-7: 製品のライフサイクル - 上限と下限の分布 (抜粋: 全回答の 92%を含む)



(出所: 筆者作成)

一方、新製品の開発開始から市場化までの期間については、平均とメディアンにそれほど大きな離れは無く、平均では「2.6 年～5.6 年」、メディアンでは「2 年～5 年」である (図表 3-8)。製品ライフサイクルと比較すれば、おおむね、その半分弱程度の期間になっていることになる。

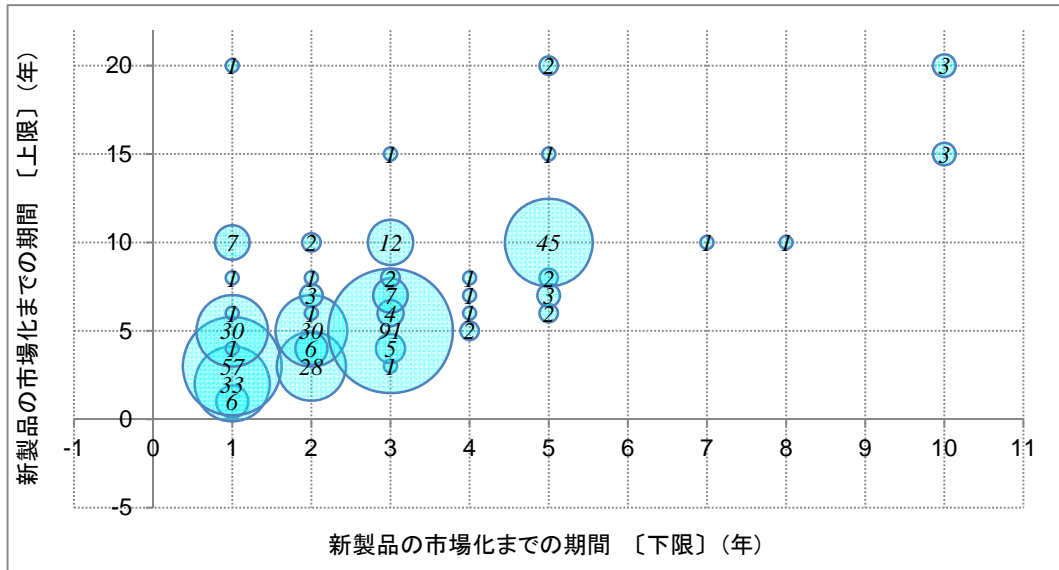
図表 3-8: 開発開始から新製品の市場化までの期間

市場化までの期間	下限	上限
平均	2.6 年	5.6 年
メディアン	2 年	5 年
(標準偏差)	(1.7 年)	(3.3 年)

(出所: 筆者作成)

なお、市場化までの期間の「下限」と「上限」に関する二次元分布においては、「3 年～5 年」という回答が最も多く、全体の 22.8%を占め、ついで、「1 年～3 年」(14.3%)、「5 年～10 年」(11%)という順になっている。本分布においても、短い期間の方に分布は偏っており、「3 年～5 年」、もしくは、それより短い期間を回答した企業の比率は、全体の 72%に上っている。

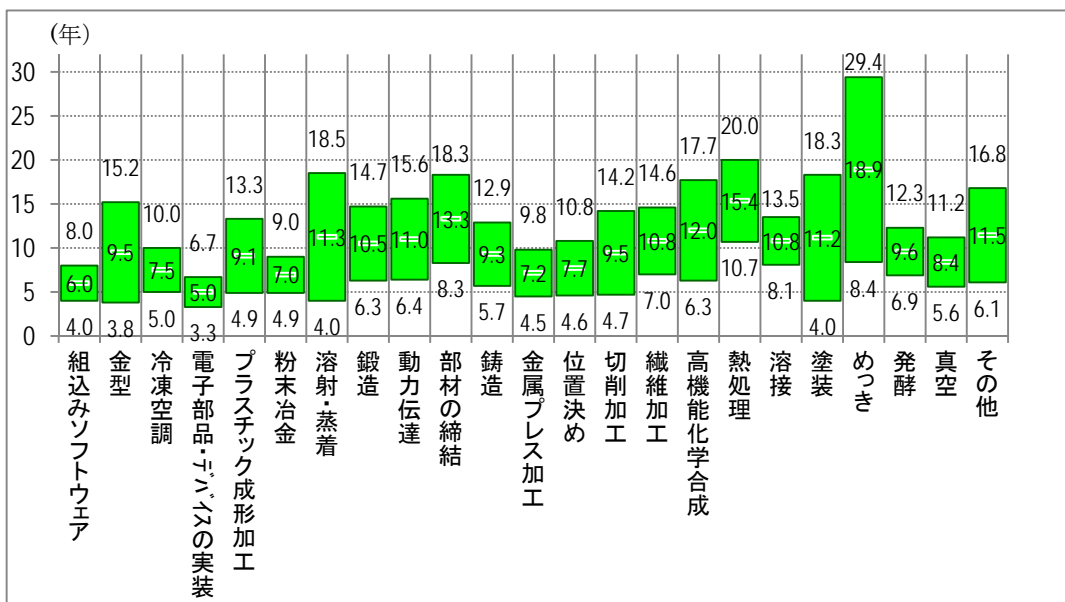
図表 3-9: 新製品の市場化までの期間 - 上限と下限の分布 (数値は回答件数)



(出所: 筆者作成)

また、技術分野別の「ライフサイクル」、ならびに、「市場化までの期間」は、図表 3-10、図表 3-11 の通りである。いずれにおいても、各技術分野における「上限」と「下限」それぞれの平均年数が記され、その間の閉区間が、バーによって可視化されている。また、各バーの中央の数値は、上限と下限の平均値である。

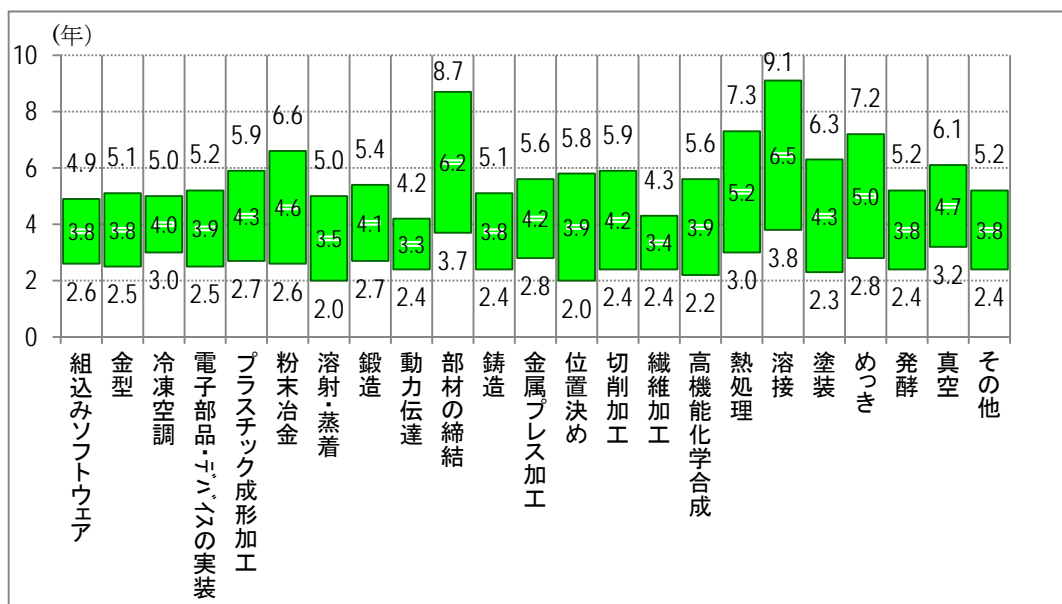
図表 3-10: 製品のライフサイクル - 技術分野別の分布



(出所: 筆者作成)

図表 3-10 からは、技術分野によって製品の平均ライフサイクルは異なり、かなりバラエティに富んでいることが分かる。実際、平均ライフサイクルが長い「めっき」(18.9 年)、「熱処理」(15.4 年)、「部材の締結」(13.3 年)等と、平均ライフサイクルが短い「電子部品・デバイスの実装」(5.0 年)、「組み込みソフトウェア」(6.0 年)、「粉末冶金」(7.0 年)とを比べると、両群には 10 年以上の違いが生じている。

図表 3-11: 新製品の市場化までの期間 - 技術分野別の分布



(出所：筆者作成)

一方、「新製品の市場化までの期間」については、ライフサイクルほどの大きな違いは生じていない。22 の技術分野のうち、14 の技術分野については、バー中央の平均値が、「3.5 年～4.5 年」の間におさまっている。

近年発達したハイテク分野である、「組み込みソフトウェア」や「電子部品・デバイスの実装」については、「ライフサイクル」・「市場化までの期間」は双方ともに短い。ただし、「ライフサイクル」と「市場化までの期間」には顕著な相関関係<sup>12</sup>があるわけではなく、それぞれの市場特性が反映されているものと考えられる。たとえば、「動力伝達」の「市場化までの期間」は 3.3 年と短い、ライフサイクルは 11.3 年と長い。この結果を眺めると、「市場への応用」と密接に結び付いた技術分野においては、市場化までの期間は短くなる傾向になっている可能性がある。詳細な分析は、今後、よりサンプル数を増やした網羅的なサーベイによって確認していく必要があるものと考えられる。

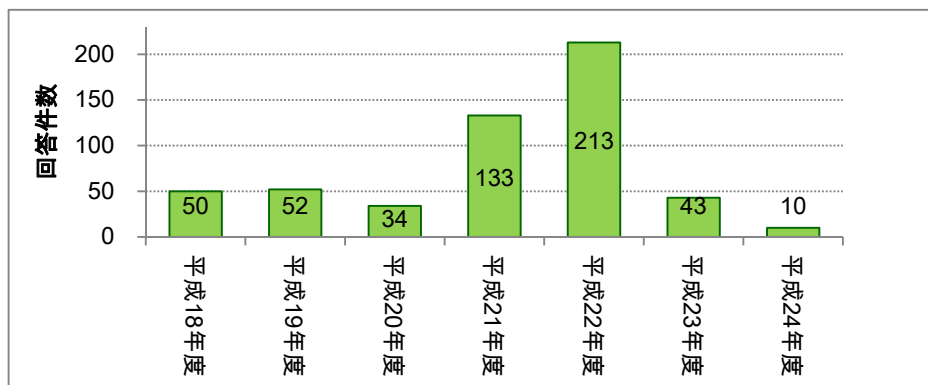
#### (4) サポインの事業化状況

さて、これらの企業群における、戦略的高度化支援事業の年度別の分布は次図の通りで

<sup>12</sup> 決定係数は 0.036 であり、無相関といってよい。

ある<sup>13</sup>。今回の回答企業群においては、平成 22 年度と平成 21 年度が多く、両者をあわせると、全体の 65%を占めている。

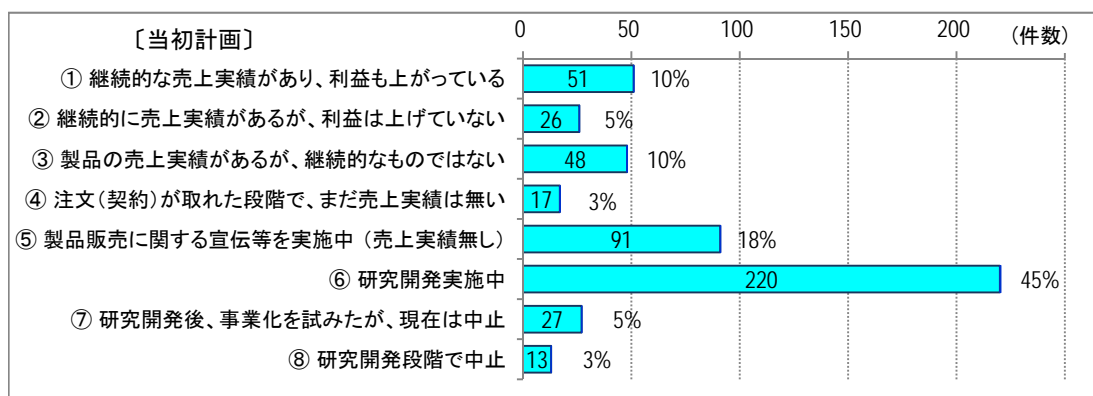
図表 3-12: サポイン事業の開始年度



(出所：筆者作成)

さて、本アンケートでは、サポイン事業における研究開発の進捗状況を、8段階のスケールによってあらわし、回答を得ている。最も望ましいのは、新たな研究開発成果にもとづいた新製品や新サービスが実際に売れ、なおかつ、利益化していることである。ただし、そのような状態に至るためには、まずは研究開発が終了し、その製品化と販促活動を経て、徐々に売上が伸びていくプロセスを通過するものと考えられる。そのため、開発終了後のステータスを、5つの段階に分けて設定している。すなわち、『① 継続的な売上実績があり、利益も上がっている』、『② 継続的に売上実績があるが、利益は上げていない』、『③ 製品の売上実績があるが、継続的なものではない』、『④ 注文（契約）が取れた段階であり、まだ売上実績はない』、『⑤ 宣伝等を行っているが、売上実績はない』の5つである。加えて、研究開発がまだ継続しているケース(⑦)と、事業化を中止したケース(⑧)に関する設問を設けている。今回の回答企業群における進捗状況の分布を、図表 3-13 に示す。

図表 3-13: 研究開発と事業化の進捗状況（当初計画）



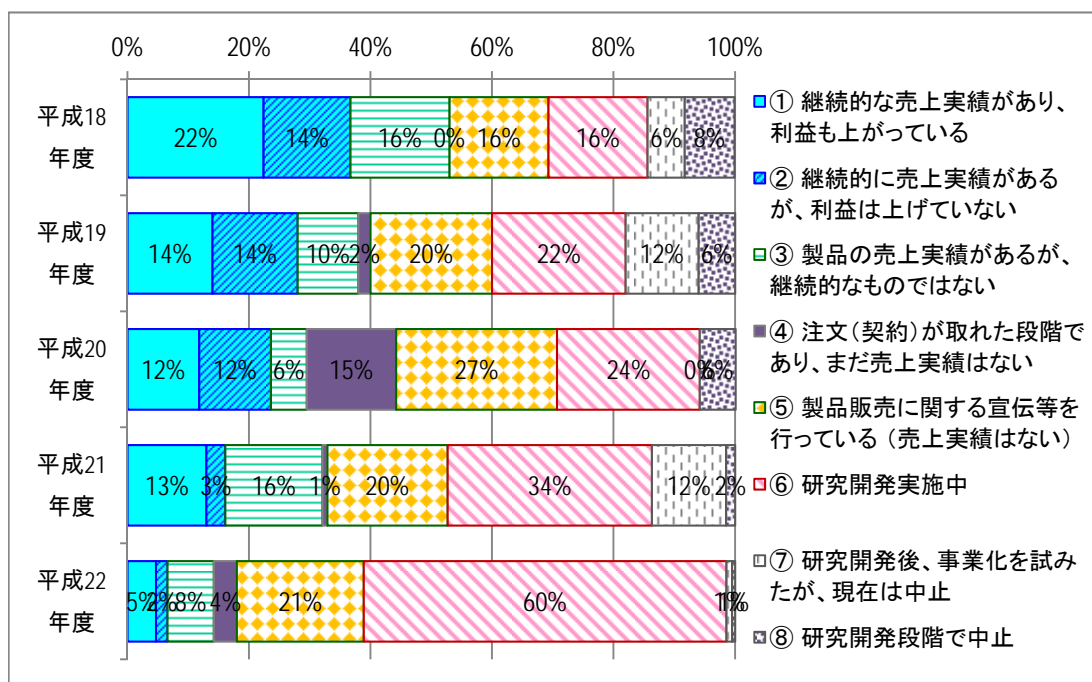
(出所：筆者作成)

<sup>13</sup> 場合によっては、同一名称の単年度プロジェクトが、複数年にわたって継続的に採択されるケースがある。このような場合、これをまとめて一つのサポイン事業とみなし、集計している。



図表 3-8 にも示したように、通常、開発開始から新製品の市場化までは、平均して 2.6 年～5.6 年程度の期間が必要となる。一方、図表 3-12 のように、今回は、平成 21 年と 22 年の採択企業が多いため、本アンケートの段階では、サポイン事業の開始から 2 年余～3 年余が経過したプロジェクトが多いものと考えられる。そのため、本設問においても、『研究開発実施中』の企業が最も多く、全体の 45% を占めている。一方、売上実績がある企業群（上記カテゴリの①～③）は全体の 25% を占め、また、利益をとまなう本格的な事業化（同①）を実現しているプロジェクトも 10% 存在している。

図表 3-14: 研究開発と事業化の状況（当初計画）



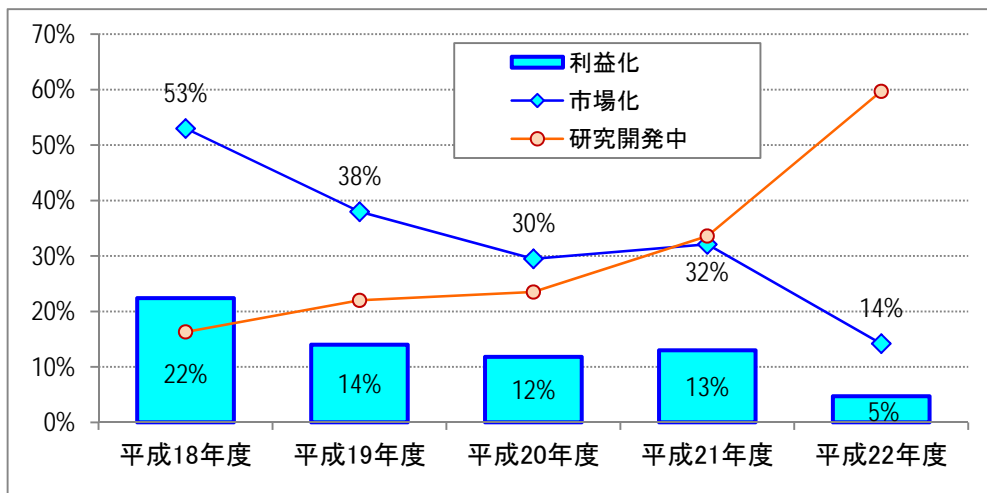
(出所：筆者作成)

さて、上記の図表を、サポイン事業の年度別に集計したものを図表 3-14 に示す。なお、まだ終了していないプロジェクトが多い平成 23 年度、ならびに、平成 24 年度のデータは本図からは割愛した。本図においては、年度が古くなるにつれ、カテゴリ①の「利益化」の比率が顕著に向上しているのに対し、逆に、直近のプロジェクトにおいては、カテゴリ⑥の「研究開発実施中」の比率が（当然のことながら）高くなっていることが分かる。

最も古い平成 18 年度においては、研究開発が無事完了したプロジェクトの比率（カテゴリ①～④）は全体の 68% に達している。また、何らかの売上を実現しているプロジェクト（カテゴリ①～③）は全体の 52% であり、利益化を実現しているもの（カテゴリ①）は 22% に上っている。本アンケートが実施された平成 24 年 11 月は、本事業への採択が決定された平成 18 年の夏から数えて、6 年余が経過している。サポイン事業においては、通常の研究開発に比べて先進的な内容が求められ、相対的に難易度の高い R&D へのチャレンジであることを考えると、本図の結果は順調な進捗であると言えよう。比較的短い期間で市場化が実現されていることになり、サポイン採択企業群の開発能力の高さと製品企画力

の優秀さが示唆される結果となっている。

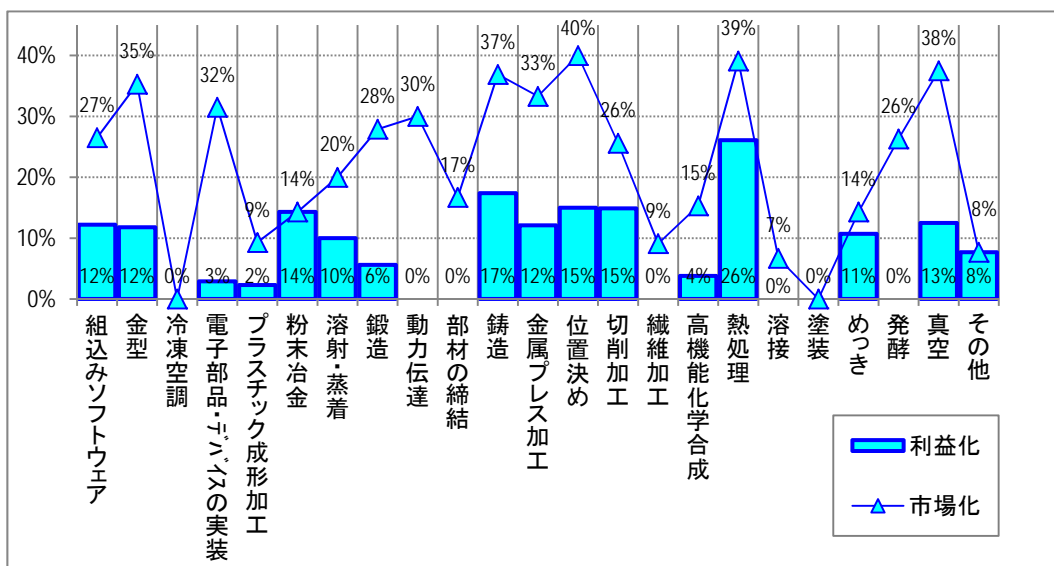
図表 3-15: 市場化・利益化の状況（当初計画）



(出所： 筆者作成)

上記の状況をより簡潔に記述するため、何らかの売上が立っているケースとして、カテゴリ①～③をまとめて『市場化』、利益が上がっているカテゴリ①を『利益化』と定義した場合、その比率の推移は図表 3-15 のようになる。経過年数が増えるにつれ、『市場化』率と『利益化』率は、順調に大きくなっていることがわかる。『市場化』を実現したプロジェクト数に対し、おおむね、その 4 割程度が『利益化』にまで到達している。

図表 3-16: 市場化・利益化の状況〔技術分野別〕



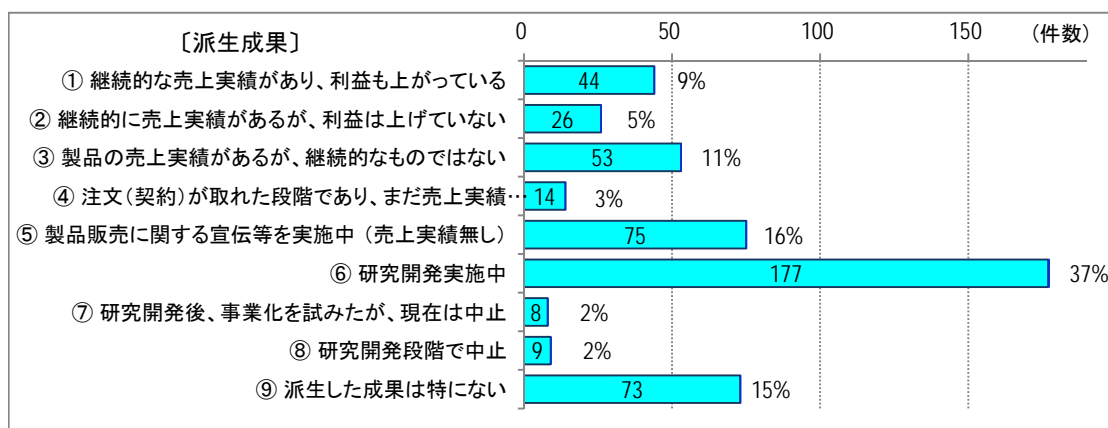
(出所： 筆者作成)



なお、参考までに、技術分野別の「市場化率」、「利益化率」を図表 3-16 に示す。いずれの比率も技術分野によって大きく異なっているが、今回の回答集団においては、「熱処理」に係るプロジェクトの利益化率が最も高い 26%に達し、「鋳造」(17%) や「位置決め」・「切削加工」(いずれも 15%) がこれに続いている。一方、利益化率が 0% の技術分野も 7 つほど存在し、その様相はバラエティに富んでいる。ただし、前述のように、市場化や利益化の達成のためには、数年程度の期間が必要となるであろうことを考えると、図表 3-16 の結果に影響しているのは、「技術分野の特性」よりもむしろ、第一義的には「経過期間」であろうことが推察される。また、図表 3-4 に示したように、技術分野によってはサンプル数がきわめて少ないため、本図の結果のみをもって技術分野の特性を語るにはやや早計である。しかしながら、技術分野による「市場化までの容易さ」には、若干の違いが存在する可能性もあり、よりよい支援策を実現していくためにも、今後も、このような統計データを積み重ねることが重要であろうと考えられる。

以上、本項で紹介してきた種々の図表は、サポイン事業における「当初計画」の進捗に関するものであった。これに対し、研究開発活動からの「派生効果」に関する事業化の状況は次図の通りである。本図表においては、図表 3-13 の 8 つのカテゴリに加え、「⑨ 派生した成果は特にない」という 9 番目のカテゴリが加えられている。

図表 3-17: 研究開発と事業化の状況 (派生成果)



(出所: 筆者作成)

この最後のカテゴリは全プロジェクトの 15%を占めており、残りの 85%のプロジェクトにおいて、何らかの「派生成果」があったことになる。本図の分布形状は「当初計画」の場合と非常に似ているが、比率は全体的に小さくなっている。例えば、利益化を達成したプロジェクト(カテゴリ①)は、「当初計画」では 11%であったが、「派生成果」では 9%となっている。しかしながら、派生成果をともなう母集団のサイズが全体の 85% になっていることを勘案すると、重みをつけた比率は  $9\% \div 0.85 = 10.6\%$  となり、両者はほぼ同等の比率であろうことが推察される。他のカテゴリの分布も似たような傾向となっており、「当初計画」の場合と同じような事業化プロセスが、「派生成果」の場合にもたられていることが推察される。

## (5) イノベーションの創出状況

さて、本アンケートにおいては、イノベーションの創出状況についてオスロ・マニュアルに準拠した設問を設けている。企業におけるイノベーションの測定には種々の考え方があり、特許データを用いる方法や全要素生産性(TFP)に着目する手法などが存在するが、本アンケートにおいては、「新しい製品やサービスを販売したか」等、企業が具体的に行った活動を問う方針となっている。たとえば、プロダクト・イノベーションに関しては大きく分けて二種の設問があり、(i) 市場にとって新しい『画期的なプロダクト・イノベーション』、(ii) 市場にとっての新規性はないが、自社にとっては画期的な『自社にとってのイノベーション』に関するものである。具体的には、前者は

「2009年以降、競合他社に先がけ、市場にとって画期的な新製品や新サービス（または、大きく改善された新製品や新サービス）を販売されましたか？」、  
(参考資料：調査票の問 11)

という設問であり、また、後者は

「2009年以降、競合他社はすでに取り扱っているが、自社にとっては画期的な新製品や新サービス、（または、大きく改善された新製品や新サービス）を販売されましたか？」、(参考資料：調査票の問 15)

という設問である。

一方、プロセス・イノベーションに関しては、大別して三つの設問を設けており、(i) 「製造方法・生産方法」、(ii) 「物流・配送方法」、(iii) 「その他の業務支援」のそれぞれに関し、「新たな方法」や「大きく改良された方法」を導入したかどうかを問うた。本節では、他の調査との比較検討を交えながら、我が国のサポーター・インダストリーを支え、先端的な研究開発・技術開発を行う企業群におけるイノベーションの創出状況を俯瞰する。

### ① 「プロダクト・イノベーション」の創出状況

本項では、上記の問 11 もしくは問 15、すなわち、『画期的なプロダクト・イノベーション』、もしくは、『自社にとってのプロダクト・イノベーション』、いずれかが起きた場合を、単に「プロダクト・イノベーション」と呼ぶことにする。この定義は、OECD や科学技術政策研究所 (NISTEP) の報告書のそれを踏襲している (OECD, 2009; 文科省科学技術政策研究所, 2010)。本調査では、445 社中 249 社がこれに該当し、プロダクト・イノベーションの創出率は 56% である。図表 3-18 に、本調査の結果と NISTEP による第 2 回全国イノベーション調査の結果<sup>14</sup>を併記する。

<sup>14</sup> 全国イノベーション調査の調査対象は合計 14 業種にわたっているが、業種によってイノベーション創出率は異なる。本図表の値は、本調査の対象と同様な「加工組立型製造業」に関するものである。

図表 3-18: 「プロダクト・イノベーション」の創出率

プロダクト・イノベーション	本調査 (4年間)	本調査 (3年間に換算)	第2回全国イノベーション調査 (3年間)
創出率	55.5%	41.6%	43.5%

(出所: 『第2回全国イノベーション調査報告』(文部科学省, 2010) をもとに 筆者作成)

前述のように、本調査票では、「2009年以降のイノベーションの創出」を調べているが、一方、本調査の時期は2012年11月末であるため、実質的に、2009年から2012年にかけてのほぼ「4年間での創出率」となる。一方、第2回全国イノベーション調査の調査票では、「2006年から2008年までの過去3年間のイノベーションの創出」について問うているため、両者を単純に比較することはできない。そこで、本調査に関しては、「イノベーションの創出率は、年度には依存しない」という仮定のもと、得られた比率を0.75倍して補正した値を図表3-18に併記した。本調査の結果(41.6%)は、第2回全国イノベーション調査の結果(43.5%)よりわずかに小さい比率となっている。

ただし、イノベーションの創出率は企業規模にも依存することが知られている。そのため、全国イノベーション調査にあわせ、企業規模別に再集計したプロダクト・イノベーションの創出率を、図表3-19に示す。ここで「小規模」とは従業員数1~50人、「中規模」は51~250人、「大規模」は251人以上に該当する。

図表 3-19: 「プロダクト・イノベーション」の創出率 (企業規模別)

本調査 [先端技術開発企業群]			第2回全国イノベーション調査 (加工組立型製造業)				創出率 の差	創出率 の比
企業規模	企業数	創出率 (3年間)	企業規模	企業数	創出率 (3年間)			
小規模	233	39.6%	小規模	143	28.0%	11.6% *	1.42	
中規模	173	40.2%	中規模	190	28.4%	11.7% *	1.42	
大規模	32	66.0%	大規模	48	55.9%	10.1%	1.18	
全体	438	41.6%	全体	381	43.5%	-1.9%	0.96	

[\* --- 5%水準で有意]

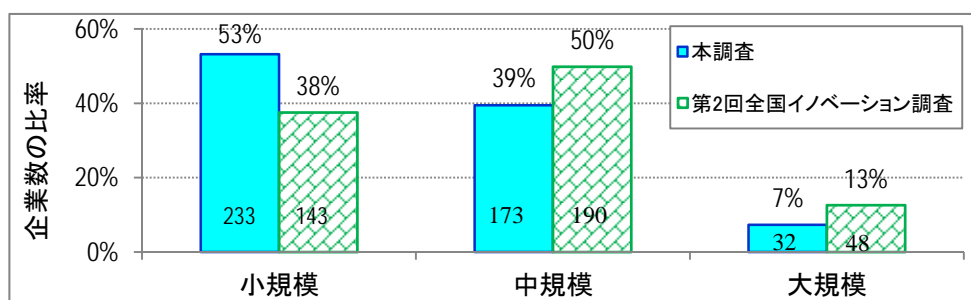
(出所: 『第2回全国イノベーション調査報告』(文部科学省, 2010) をもとに 筆者作成)

本図表からは、イノベーションの創出率の違いについて、以下の二つの事実が読み取れる。ひとつは、サポイン採択企業群とそうでない企業群の間の創出率の違いであり、もうひとつは企業規模による創出率の違いである。前者に関しては、本調査における小規模企業のイノベーション創出率(40%)は、第2回全国イノベーション調査のそれ(28%)を大きく上回り、12%という両者の差は5%水準で有意となっている。この傾向は中規模企業においても同様であり、サポイン採択企業群の創出率(40%)と通常の企業のそれ(28%)

と差(12%)は、やはり 5%水準で有意となっている。一方、大規模企業の創出率は中・小規模企業のそれよりも格段に高くなっており、本調査では 1.6 倍の 66%、NISTEP の調査では約 2 倍の 56%となっている。しかしながら、依然、両調査のあいだには 10%程度の差が存在し、サポイン採択企業の創出率のほうが、一般企業のそれよりも大きくなっている。ただし、両調査とも大企業のサンプル数は限られているため、創出率の「差」については統計的に有意とはなっていない。しかしながら、大規模な先端技術開発企業群の 66%という数値は、全体の実に 3 分の 2 の企業がプロダクト・イノベーションを起こしていることを意味するきわめて高い数値だといえることができる。

以上のように、企業規模を区切って集計した場合、サポイン採択企業群のイノベーション創出率の高さは明らかである。図表 3-18 では両調査のイノベーション創出率はほぼ同じであるが、これは「企業規模の分布の違い」が生み出した見せかけのものである。実際、次図からも明らかのように、全国イノベーション調査における大規模企業群の比率 (13%) は本調査のそれ(7%) の約 2 倍であり、これが全体平均の結果に大きく影響している。

図表 3-20: 両調査における企業規模の分布



(出所: 『第2回全国イノベーション調査報告』(文部科学省, 2010) をもとに 筆者作成)

## ② 「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出状況

さて、イノベーションの本義に立ち返ると、その付加価値が最も高いのは「市場にとって画期的な新製品や新サービス」を作り出すことであろう。真に革新的な製品は、社会や生活様式を変えうるインパクトすら持ちうるからである。本アンケートの問 11 の同等結果から得た、「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率は次表の通りである。

図表 3-21: 「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率

画期的なプロダクト・イノベーション	本調査 (4年間)	本調査 (3年間)	第2回全国イノベーション調査 (3年間)
創出率	42.9%	32.2%	20.4%

(出所: 『第2回全国イノベーション調査報告』(文部科学省, 2010) をもとに 筆者作成)

前項と同じように全国調査の結果と併記したが、本調査の対象であるサポイン採択企業群の創出率は 32%であり、全国調査の 20%をはるかに上回る結果となった。この結果を、

企業規模別に示したものが図表 3-22 である。

図表 3-22: 「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率（企業規模別）

本調査〔先端技術開発企業群〕			第 2 回全国イノベーション調査 (加工組立型製造業)			創出率 の差	創出率 の比
企業規模	企業数	創出率 (3 年間)	企業規模	企業数	創出率 (3 年間)		
小規模	233	31.5%	小規模	143	11.9%	19.6% **	2.65
中規模	173	32.1%	中規模	190	17.4%	14.7% **	1.84
大規模	32	37.5%	大規模	48	24.8%	12.7%	1.51
全体	438	32.2%	全体	381	20.4%	11.8% **	1.58

【\*\* --- 1%水準で有意】

(出所：『第 2 回全国イノベーション調査報告』(文部科学省, 2010) をもとに 筆者作成)

図表 3-22 における「画期的なプロダクト・イノベーション」に関する創出率の分布は、図表 3-19 のそれとは少し様相が異なっている。実際、サポイン採択企業群においては、企業規模の影響があまり見られなくなっている。先述のように、図表 3-19 では、大規模企業群のイノベーション創出率は、中・小規模企業群のそれぞれの 1.6 倍～2 倍に達していた。しかしながら、本図表の先端技術開発企業群においては、企業規模の効果は限定的であり、大規模企業における創出率は、そうでない企業群よりも高いものの、たかだか 1.1 倍から 1.2 倍程度のレベルである。一方、全国調査においては、やはり大規模企業の創出率のほうがあきらかに高く、小規模群のその 2 倍強に達している。

そして、本図表における最も大きな特徴は、先端技術開発企業群の創出率が、通常の企業のそれをはるかに凌駕する数値を示していることにある。小規模の先端技術開発企業におけるイノベーション創出率が 32% なのに対し、通常の小規模企業群のそれは 12% ではない。その差は 20% と極めて大きく、1% 水準での優位差となっている。同様に、中規模の先端技術開発企業群の創出率は 32% なのに対し、通常の中規模企業群のそれは 17% であり、その差 15% はやはり 1% 水準で有意となっている。なお、この差は大規模企業群ではやや縮小して 13% となり、サンプル数の小ささも相まって統計的に有意とはなっていない。しかしながら、先端技術開発企業群の 38% という数値は、全体の約 4 割の企業が「画期的なプロダクト・イノベーション」を起こしていることを意味し、改めて特筆すべき高い値であるといえよう。

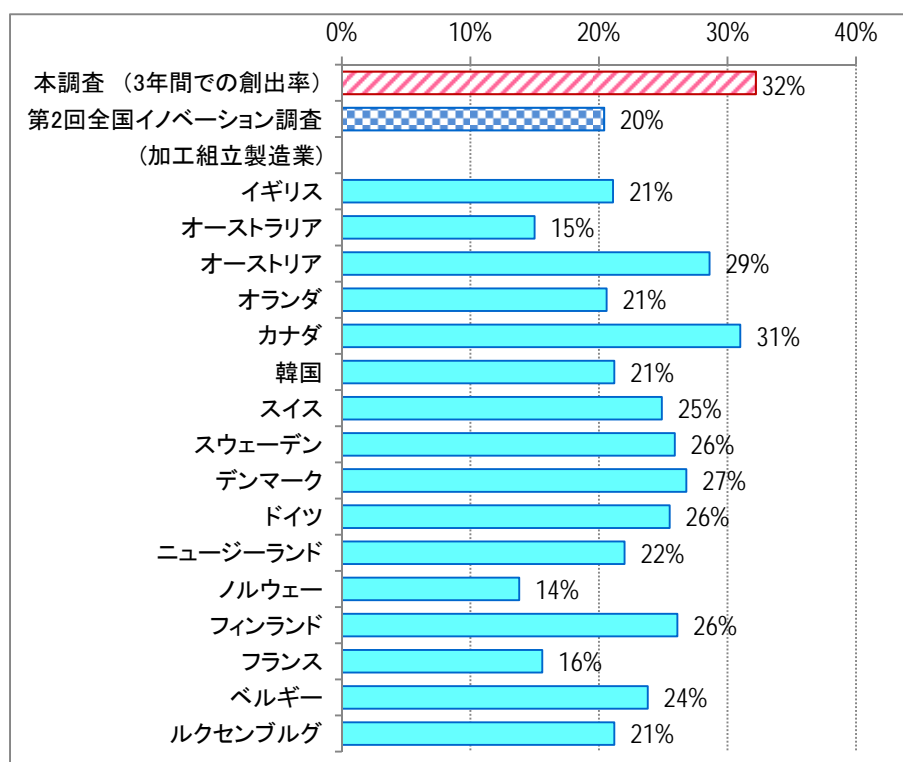
本図表にあらわれた先端技術開発企業群と通常の企業群との創出率の差は、図表 3-19 と比較して、さらに大きなものになっている。その原因としては、サポイン採択企業の多くは、市場に先行した製品開発を行っているであろうことが推察される。本図表における「創出率の比」に着目すると、小規模なサポイン採択企業群は、通常の小規模企業よりも 2.7 倍程度、「画期的なプロダクト・イノベーション」を起こしていることになり、この優

れたイノベーション創出力が、国内の高度な基盤産業を支える底力になっているものと考えられる。

### ③ 海外各国との比較

なお、「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出に関し、参考までに、本調査と各国の調査との比較図を以下に示す。

図表 3-23: 「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率（製造業：国別）



（出所：『Innovation in Firms』（OECD, 2009）を元に筆者作成。海外の調査は大規模企業を含む。）

本図表は、OECDが発行している『Innovation in Firms』（OECD, 2009）の公開データを元に作成したが、各国の「製造業」における「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率を示している。これらの数値は、基本的には2002年から2004年にかけての3年間の創出状況を調べたCommunity Innovation Survey 4 (CIS4)がベースとなっている。ただし、スイスの値は2003年から2005年にかけての3年間に該当し、また、オーストラリアとニュージーランドでは、2004年から2005年までの2年間の創出率となっている。一方、先述のように、本調査は2009年以降の3年間、第2回全国イノベーション調査は2008年以降の3年間に相当している。

なお、本図表の外国データにおいても「大規模企業」は相応に含まれているが、先述のように、大規模企業群の創出率は中・小規模の企業群のそれよりも高いことは、本報告書にも記されている。そのため、本図表の各国の数値には、（本調査の企業規模分布を基準とした場合）創出率を高める方向のバイアスがかかっているものと考えられる。ただし、

OECD の同報告書においては、「中小規模の製造業」に関するデータは公開されていない。そのため、「(大規模企業を含む) 製造業」に関する本データを代替的に用いた次第である。

さて、本図表においても、本調査で調べたサポイン採択企業群のイノベーション創出率の高さは明らかであろう。実際、32%という数値はいずれの国よりも高く、カナダやオーストリアと同等な水準である。加えて、大規模企業の分布の違いによって生ずる先述のバイアスを考えると、「中・小規模の製造業」のみに限れば、我が国の技術をけん引するサポイン採択企業群のイノベーション創出率は、各国のそれよりもさらに大きな優位性を示すであろうことは、ほぼ間違いがないものと考えられる。

ただし、本図表におけるひとつの問題点は、米国企業が含まれていないことにある。筆者の知る限りでは、現在のところ、米国企業へのオスロ・マニュアルにのっとり調査報告は存在していないため、その比較は今後の課題としたい。

いずれにせよ、サポイン採択企業群は、世界的にもトップクラスのイノベーション創出力を持っていることが強く示唆される結果となっている。

## (6) 知財活動の状況

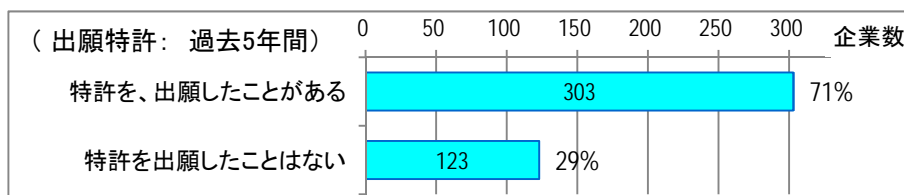
さて、上記のような、サポイン採択企業群の高いイノベーション創出力の源泉は、いったいどこにあるのであろうか？ 一つの理由として考えられるのは、当該企業が「ニッチ市場」を占有し、競合企業が少ないことから「市場にとって画期的な製品」を生みだしやすくなっている状況が考えられる。また、もう一つの理由としては、当該企業群はいずれもたゆまぬ「研究開発」活動を行う傾向にあり、その結果として、このような高いイノベーションの創出が具現化されている可能性がある。

本アンケート調査においては、各企業における市場占有率などは尋ねていないため、上記二つの要因の有効性や、その寄与に関する定量分析は簡単ではない。しかしながら、「研究開発」活動の重要性に関しては、これを示唆する結果が得られている。実際、図表 3-24、図表 3-25 に示すように、サポイン採択企業群においては、

- (i) 過去 5 年間で、全体の 71% の企業が特許を出願し、
- (ii) また、54% が特許を登録（権利化）している

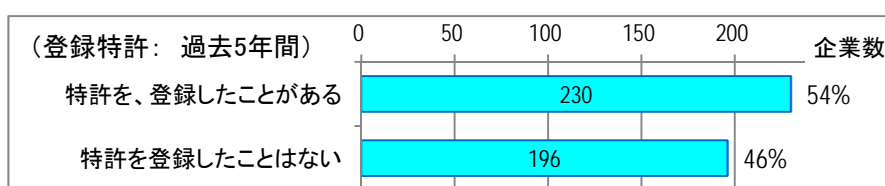
という結果が得られている。なお、出願を行った企業の平均出願件数は 10.1 件/社（メデリアン 4 件/社）、登録を行った企業の平均登録件数は 6.9 件/社（メデリアン 2 件/社）である。これらは、平均的な企業と比べるといずれも非常に高い比率・件数となっている。

図表 3-24: 特許の出願状況 (過去 5 年間)



(出所: 筆者作成)

図表 3-25: 特許の登録 (権利化) 状況 (過去 5 年間)



(出所: 筆者作成)

実際、一般の中小製造業者に関する過去の調査 (中小企業基盤整備機構, 2009) においては、知財活動は上記の企業群ほど活発ではなく、10 年間にわたる特許出願率は 39%であり、また、なんらかの登録特許を保有する企業も全体の 36%にすぎなかった (図表 3-25)。この調査は、本調査とは対象とする期間が異なっているため、出願率や登録率に関してそのまま単純な比較はできない。ただし、知財活動を行った企業の比率は、対象期間が短い本調査のほうがはるかに高く、先端技術を保有するサポイン採択企業群の活発さは際立っている。

図表 3-26: 知財活動: 一般中小製造業者との比較

本調査 (先端技術開発企業) (n = 445)			一般中小製造業者 (n=1,124)		
知財活動	企業比率	出願・登録 平均件数 (5 年間)	知財活動	企業比率	出願・登録 平均件数 補正 平均件数 (5 年間)
特許の出願 (過去 5 年間)	71.0%	10.1	特許の出願 (過去 10 年間)	38.9%	6.3
特許の登録 (過去 5 年間)	54.0%	6.3	特許の登録 (保有する全件)	35.5%	4.2
					2.1 以下

(出所: 中小機構調査報告書 (中小機構, 2009) をもとに筆者作成)

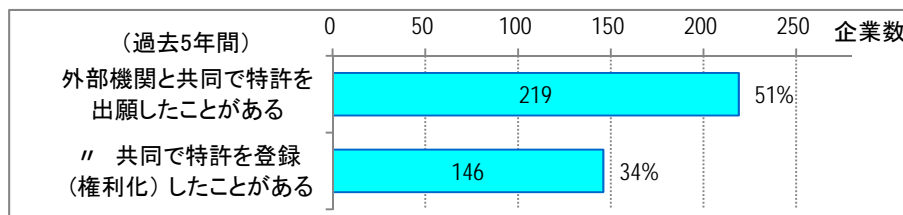
なお、図表 3-26 には、知財活動を行った企業における平均的な「出願件数」や「登録件数」をあわせて示したが、両調査の比較のため、「毎年、同等な強度で知財活動がおこな



われた」と仮定した場合の補正値をあわせて記した。先端技術開発企業群の平均出願件数は、一般中小製造業者のその3倍程度に達している。また、登録特許においても、同様に3倍程度以上の数値となっており、件数の面からも、先端技術開発企業群が研究開発へ注力していることを示唆する結果となっている。

なお、外部機関との共同出願、共同での権利化に関する状況は、次図の通りである。

図表 3-27: 外部機関との共同での特許出願・権利化 (過去5年間)



(出所: 筆者作成)

過去5年間において、他の機関と共同出願を行った企業は全体の約半(51%)、共同で権利化を行った企業は3分の1(34%)に達する。先端技術開発企業群においては、外部機関と共同での研究開発・技術開発も活発に行われ、オープン・イノベーションへ向けた取り組みにおいても積極的であることが強く示唆される結果となっている。

以上、本調査の対象企業群は、中小企業としては出色の知財活動を行っており、その背景には、たゆまぬ研究開発・技術開発活動が存在しているであろうことはまず間違いはないものと考えられる。これが先端技術開発企業群における「画期的なプロダク・イノベーション」の創出率の高さを支える、重要な要因のひとつであろうことが推察される。

### (7) 小括: 先端技術開発によって基盤技術を支える中小企業群のイメージ

本章ではアンケートの結果にもとづき、我が国における基盤技術を支える中小企業群における技術の高度化、ならびに、製品やサービスの高付加価値化の実現の様相を、(i) サポイン事業における研究開発活動とその市場化の状況、(ii) 2009年以降のイノベーションの創出状況、(iii) 過去5年間における知財化活動、という三つの観点から探った。

そこからうかがえるのは、

- (a) 市場を見据えた高度な研究開発・技術開発を、必要とあれば、他機関とも共同しながら遂行し、
- (b) これを実際のプロダク・イノベーションに結び付け、市場をけん引する画期的な製品やサービスを継続的に生み出し続ける

という行動特性ともった企業群である。

研究開発の開始から市場化までの期間としては、アンケートからは、平均的には2年半から5年半程度の期間が必要だという結果が得られた。一方、サポイン事業における研究

開発活動は、チャレンジングかつ技術的に高度な開発内容を含むため、通常のR&Dよりも難易度が高いであろうことが推察される。実際、図表 3-15 に示したように、プロジェクトの実質的な開始から 6 年余が経過した平成 18 年度開始のサポイン事業において、市場化に到達し、現実的に売上を上げるフェーズにまでいたっているのは全体の 52%である。ただし、売上がまだあがっていないものの、研究開発活動を終了して販促活動に入っているものを含めれば、全プロジェクトの 7 割弱は市場化、もしくは、市場化に向けた具体的な活動に入っており、研究開発の難易度を考えれば、むしろ順調な推移をたどっているものと考えられる。また、経過年数が増えるにつれて、市場化率は順調に向上しており、線形回帰式によれば、毎年 6.8%ずつ増加する傾向が得られており、サポイン採択企業群における、市場をにらんだ「現実的な研究開発能力」の高さが示唆されている。

このような傾向はイノベーションの実現傾向からも明らかであり、「市場に先駆けた画期的なプロダクト・イノベーションの創出率（3年間）」は 32% に達し、通常の国内企業群のその 1.5 倍程度に達していることがわかった。特に、50 人に満たない小規模企業に限れば、サポイン採択企業群における「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率(32%)は、通常の企業群のそれ(12%) よりも圧倒的に高く、我が国の基盤技術を支える企業群の優秀さと力強さを示唆する結果となっている。加えて、OECD のデータにもとづく 16 カ国との国際比較においても本調査の結果はトップの数値を示し、我が国の基盤技術は、世界的にもすぐれたイノベティブな中小企業群が支えていることが改めて確認できる結果となった。

さて、以上は、あくまでも 400 強のサポイン採択企業群へのアンケートから得られた「平均的な企業像」である。一方、ものづくりを支える「基盤技術」は多岐にわたっているため、技術分野や事業環境によっても、その行動特性にはバリエーションが存在するであろうことが推察される。加えて、個々の企業における研究開発と市場化へのチャレンジにおいては、それぞれのケースに応じた「障壁」とそれを克服するための「努力」が存在するはずだが、これらをアンケート結果のみから推察することは難しい。

そこで、本調査では、サポイン事業において市場化や利益化を実現している企業 10 社へインタビューを行い、研究開発を通じた技術の高度化とこれにもとづく高付加価値な製品・サービスの市場化プロセスに関するヒアリングを行った。次章においては、その概要と、そこから見えてくる先端技術開発型企業群における事業パターンを明らかにする。

## 第4章 インタビュー調査の結果

### (1) インタビュー先企業と技術分野

本調査におけるインタビュー先企業は、図表 4-1 に示した 10 社である。これらの企業は、平成 23 年秋に行われた別のアンケート<sup>15</sup>において、サポイン事業における研究開発成果を、いちはやく「利益化」、あるいは、「継続的な売上」へと結びつけていた企業群である<sup>16</sup>。サポイン事業における技術分野としては、(i) 旧来から国内に蓄積されてきた金属加工等に関する基盤技術分野（「金型」、「切削加工」、「金属プレス」、「熱処理」等）、ならびに、(ii) 近年とみに重要性を増している電子デバイスやソフトウェアに関連した技術分野（「組込みソフトウェア」、「電子部品・デバイスの実装」）に着目した。

具体的には、「金属プレス加工」2 社、「熱処理」2 社、「金型」1 社、「プラスチック成型」1 社、「電子部品・デバイスの実装」2 社、「組込みソフトウェア」2 社となっている。

さて、本表で一点注意が必要なのは、各企業が保有している技術とサポイン事業での技術分野が、必ずしも完全には一致していないことである。例えば、(株)トライアル・パークは高度な数値シミュレーション技術にもとづく「ソフトウェア開発」を行っているが、そのターゲットは「金属の塑性変形」である。そのため、プレス加工の専門企業とともに応募したサポイン事業においては、「金属プレス加工」という技術分野に分類されている。昨今の製造業における「知識集約的な業態」への流れも反映してか、今回のインタビュー先においては、10 社中 4 社が高度な数理的技法にもとづくソフトウェア開発・アルゴリズムの開発を得意としている。

---

<sup>15</sup> 平成 23 年、サポイン事業に関する「制度評価（中間）報告書」（経済産業省, 2012a）の作成に際し、行われたアンケートである。

<sup>16</sup> 同アンケートにおいては、759 社中、「利益化」を実現している貴企業は 26 社であり、また、「(利益化には至らないが) 継続的な売上が上がっている企業」は 19 社であった。

図表 4-1: インタビュー先企業の一覧

	企業名 (五十音順)	主たる技術分野	代表的な製品・サービス	サポイン事業の 技術分野
1	(株) アールテック	ソフトウェア (医療分野)	・血流解析プログラム ・医療用画像の管理用ソフトウェア ・医療用 3D モデルの作成、等	プラスチック成型
2	イーラムダネット (株)	光ICT関連技術	・リアルタイム・ハイビジョン用光 HDMI システム ・光 LSR 等の情報通信機器	電子部品・デバイス の実装
3	(株) ケンテック	熱処理	・金属の表面処理加工	熱処理
4	(株) シグリード	信号処理用 アルゴリズム	・信号処理アルゴリズム・コンピュータ関連機器向けLSIの開発・設計・販売。 ・IP (Intellectual Property) の開発・設計・販売。	電子部品・デバイス の実装
5	昭和精工 (株)	金型の製造	・自動車部品の金属プレス用金型、 ・アルミ缶向け金属プレス用金型	金属プレス加工
6	(株) スペースクリエイション	試験装置 (輸送 機器等)の開発	・自動車パワートレイン(動力伝達)等に関する 研究開発用の試験装置 (設計～調達試験～アフターフォロー)	組込みソフトウェア
7	(株) 塚谷刃物製作所	切削加工用 の刃型等の製造	・トムソン刃 ・ビジネスフォーム部品 ・エッチングダイ (腐食刃型)	金型
8	(株) トライアルパーク	ソフトウェア (金属変形シミュ レーション)	・CAE (弾塑性変形シミュレーションソフトウェア) ・ものづくり(塑性加工)コンサルティング	金属プレス加工
9	フルテック (株)	電気炉の製造技 術	・研究用電気炉 ・真空装置	熱処理
10	(株) レキシー	ソフトウェア (医療分野)	・人工関節手術の支援ソフトウェア ・医療用 3D モデルの作成、等	組込みソフトウェア

(出所: 筆者作成)

## (2) 事業のパターン

さて、個々の企業における技術の特徴や、研究開発～事業化に至る詳細なプロセスは、参考資料における事例集を参照されたい。本節では、インタビュー調査からみえてきた事業パターンに関する整理を試みる。今回のインタビュー先企業においては、次表のように、大きく分けて三つの類型的なパターンが存在する。

図表 4-2: 事業のパターン

	概要	該当企業
パターン1: 技術深耕型	コア技術の長期にわたる継続的なブラッシュアップ	昭和精工、塚谷刃物製作所、ケンテック
パターン2: 数理解決型	高度な数理的解析手法をベースに、現場の課題を解決	アールテック、シグリード、トライアルパーク、レキシー
パターン3: 技術コーディネイト型	生産を部分的に外部に委託し、知識集約的な業務に注力	イーラムダネット、シグリード、スペースクリエイション、フルテック

(出所: 筆者作成)

これらの事業パターンは、つまるところ、他社に対する競争優位性（あるいは、他社が容易に模倣できない技術）をいかに築き上げるのか、その構築方針とも関連している。パターン1においては、コア技術を長期にわたって継続的に磨き上げ、ニッチ市場のシェアを高めていくことによって、他社が簡単に追従できないような市場ポジションを作り上げているようなパターンである。また、パターン2は、ソフトウェア開発業態に多く見られたパターンであり、専門性の極めて高い数理解析手法を用いることによって、他社との差別化をはかる戦略である。一方、パターン3は、90年代以降、モジュール化と国際分業の進展のもとで非常に有効性が高まっている戦略であり、研究開発・製品企画・設計といった上流工程、あるいは、販売と保守といった、付加価値の高いプロセスに注力するパターンである。以降、各パターンの概要について順次記す。

#### ① 技術深耕型：コア技術の長期にわたる継続的なブラッシュアップ

本パターンの企業は、保有するコア技術を粛々と磨き続けてニッチ市場を制し、時代にあった多角化を行いながら、事業を継続している。本パターンの代表例としては、昭和精工株式会社、ならびに、塚谷刃物製作所が挙げられる。両社は、ともに金型や刃型といった金属製品の製造を得意とし、また、偶然ながら設立年も1960年で一致しており、半世紀余の社歴を誇っている。

このパターンの特徴としては、

- (i) コア技術を長期にわたり連綿と磨き続けていること、
- (ii) 高シェアの市場を持ちながらも、一つの市場に偏りすぎないポートフォリオを持っていること、
- (iii) 時代とともに多角化や新規技術の導入を試みていること、

の三点が挙げられよう。

このうち、(i)に関しては、両社ともに「創業当時を持っていた技術的な強みを、現在も継続して保有し、これをブラッシュアップしつづけている」という点で共通している。実際、昭和精工においては、金属の「鏡面研磨技術」や精度の高い「寸法加工技術」が、また、塚谷刃物製作所においても「切る」ための技術がこれに該当する。加えて、サポイン

事業において高度化を試みたコア技術の導入時期を眺めると、両社ともに十数年以上の長い年月をかけて高度な技術を磨いていることは一目瞭然である。(図表 4-3)。

図表 4-3: サポインの関連技術と高シェア市場

	サポインに関連するコア技術と導入時期	サポイン事業の概要と時期	国内の高シェア市場
昭和精工	ファインブランキング金型, (1971)	ファインブランキング・プレスの高度化, (2009)	飲料缶用金型(スコア一部品): シェア 50%
塚谷刃物製作所	エッチングダイ, (1995)	エッチングダイの DLC コーティング (2009)	ビジネスフォーム部品: シェア 90% エッチングダイ: シェア 80%

(出所: 筆者作成)

一方、上記 (ii) に関しては、コア技術を磨き続けることによって他社との差別化をはかり、これによって生じた当該ニッチ市場での強みが、結果的に大きなシェアに結びついているものと考えられる。図表 4-3 に示したように、昭和精工における飲料缶用スコア一部品のシェアは国内 50% と大きく、また、塚谷刃物製作所は、ビジネスフォーム刃やエッチングダイの市場で、8 割を超える大きなシェアを獲得している。ただし、両社はともに、一つの市場のみに偏っているわけではない。昭和精工においては、自動車用部品の金型も数多く手がけ、食品関連金型とともに、二本柱の市場を保有している。また、塚谷刃物製作所においても、トムソン刃、ビジネスフォーム刃、エッチングダイ、という 3 つの主要市場を持ち、市場リスクを分散しながら経営を行っている。

このような市場ポートフォリオは、ある意味、必然的に生まれてきた側面もある。当然のことながら、時代に応じた市場の盛衰は存在するため、時代の半歩先を見据えた新たな技術の導入や自社のコア技術を活用できる新市場の開拓は必須となり、これが上記 (iii) の活動に該当する。例えば、塚谷刃物製作所においては、1970 年代以降のドットインパクト・プリンタの普及にとともに、連続プリンタ用紙の製造に必要なビジネスフォーム市場に参入している。また、ドットインパクト・プリンタの衰退期には、腐食刃型の市場に参入してヒット製品を生み出し、さらなる企業成長を実現している。また昭和精工社においても、近年は、高精度金型の製造にとどまらず、生産ラインの構築を含めたトータルソリューションの提供にまで守備範囲を広げつつある。時代に応じた多角化の結果生じた市場や技術のポートフォリオが、本パターンにおける競争優位性の源泉の一つだといえよう。

なお、1999 年に設立されたケンテック社においては、上記二社と比較するとまだ社歴が浅いため、上記 (i) に該当する活動を行っている最中であり、(ii) や (iii) に関する特性がまだ色濃くあらわれているわけではない。すなわち、熱処理にもとづく「金型の表面処理」に関する技術を、サポインなどを利用しながら高度化し続けている段階である。ただし、他の事例と同様、当社の主要市場も大企業が入り込みにくいニッチ市場であり、当社の高い技術力をもってすれば、いずれは、より高い市場シェアの獲得と上記 (ii) の実現が期待される。また、当社は、別の母体企業（有限会社ファインテック）の表面処理技術部門がその前身である、そのため、当社の設立経緯そのものが上記 (iii) に該当しているといえることができる。そのため、ケンテック社も本グループに分類した次第である。

以上のように、当パターンは、漸進的イノベーションを常に継続し、やるべきことをやりつづけることによって競争力を増強させ、事業を継続していくようなパターンである。ニッチ市場における高いシェアをもち、顧客の声とニーズをつかんでいるからこそ、サポイン事業の研究開発成果の利益化・市場化も、スムーズに進んでいることが推察される。

## ② 数理解決型： 高度な数理的解析手法により現場の課題を解決

前述したパターン1は、いずれも金属部品に関する加工技術を保有する企業群であったが、本パターンに属するのは、「ソフトウェア開発」や「数理的アルゴリズムの開発」などをコア・コンピタンスとする企業群が多く、具体的には、アールテック、シグリード、トライアルパーク、レキシシーの4社がこれに該当する。ソフトウェア関連ビジネスにおいては、ターゲットとする市場が一般顧客なのか、事業者なのかによって、企業が蓄積すべきナレッジやケイパビリティは異なってくる。また、ウェブ・サービス、パッケージソフトウェア、ミドルウェア、等々、リリースする製品やサービスの形態によってもこれは変化する。本パターンの4社においては、そのうちの3社（アールテック、トライアルパーク、レキシシー）が事業者向けのパッケージ・ソフトウェアを開発している。また、1社（シグリード）は、ソフトウェアではなく、LSI中に埋め込むロジックとして、自社が保有する高度な信号処理アルゴリズムを提供している。これらの4社に共通する特性は、

- (i) 他社の簡単な追随を許さない高度な数理的技術を用いている事、
- (ii) 市場の声や動向に真摯に向き合い、現場志向であること、

の二点である。

まず、上記 (i) に関してはこれら4社が保有する「数理的技術」を示した次表を見れば明らかであろう。

図表 4-4: 各社が用いている数理的技術・解析手法

企業	ソフトウェア等の機能例	コアとなる数理的ナレッジ・解析手法等
アールテック	血流の解析	流体等の運動方程式と、これを解くための専用アルゴリズム
トライアルパーク	加圧された金属の変形に関するシミュレーション	塑性変形を解くためのオリジナル解法アルゴリズム（静的陽解法）
シグリード	信号中のノイズ除去	独自の精確な信号処理アルゴリズム
レキシシー	人工関節の可動域に関するシミュレーション	3D画像処理など

(出所：筆者作成)

本表における数理的ナレッジや解析手法はいずれも高度であり、これを用いたソフトウェア等の開発のためには、専門の高度人材（修士・博士等）、もしくは、これに匹敵する人材が必要となる。たとえば、アールテック社やトライアルパーク社が開発しているような

高度なシミュレーションを行うソフトウェアの場合、その開発に必要なナレッジ・技能は、次表のような三層構造からなっている。

図表 4-5: シミュレーション・ソフトウェアの開発に必要なナレッジ

(a)	対象となる現象と、これを記述する「微分方程式」等に関するナレッジ (物性工学、物理学、等)
(b)	「微分方程式」を、デジタル的な離散数値しか取りあつかえない コンピュータ上でうまく表現し、数値計算するための技法に関するナレッジ (情報工学: 離散化手法やアルゴリズム論)
(c)	ソフトウェア本体の製造に必要な「プログラミング」に関するナレッジ (各種プログラミング言語や開発環境に関する知識)

(出所: 筆者作成)

このうち、通常のソフトウェア開発やシステム開発に必要なナレッジは (c) のみであり、一定の期間をかければ誰にでも比較的容易に習得可能である。一方、(a) と (b) は、大学においてそれぞれ独立した研究室がつくられるような専門的な学問領域となる。(a) の習得に関しては、大学の工学部や理学部における専門教育が必要となり、また、(b) に関してもそれ単独でハードカバーの教科書が存在し、情報工学的な素養の獲得が必要とされる。そのため、今回のインタビュー事例にあるような高度なシミュレーション・ソフトウェアの開発のためには、通常のソフトウェアとは比較にならない深い専門的知識が必要となるのである。上記の (a) や (b) に該当する各種の専門的ナレッジと技法は、いずれも一朝一夕で身につくものではなく、使いこなせるようになるためには長期にわたる「訓練」や「経験」が必要となる。なお、このようなシミュレーション・ソフトウェアにおける差別化要因は (a) や (b) であり、特に (b) が重要である。なぜなら、まったく同じ方程式であっても、(b) の手法によっては計算速度と精度が大きく変わってくるからである。

ただし、むしろ、ソフトウェアの大元となっているのは誰にでも読むことができる「コード (プログラム)」であるため、仮にこれが外部へ流出した場合、これをそのまま流用すれば、同等な機能をもつソフトウェアを他社が実装することも可能である。しかしながら、そのコードをチューニングし、より高機能なものへとブラッシュアップしていくためには、やはり上記 (a), (b) に関する知識と経験をもつ人材が必要となる。そのため、他社によるキャッチアップは容易では無く、かようなナレッジそのものが他社による模倣を困難にしている。

さて、これらの企業群において特筆すべきは、上記のような高度な数理的技法を用いながらも、単なるシーズ志向に陥ることなく、顧客志向が徹底されていることである。上記 (ii) にも述べたように、最終製品ユーザとのチャネルを持ち、その声に真摯に耳を傾けながら、「現場の課題を解決」するために高度な技術やナレッジを活用している。かような取り組みを行う企業群ゆえ、サポイン事業においても、いち早い市場化や利益化が実現されているものと推察される。



③ 技術コーディネイト型：生産を部分的に外部に委託し、知識集約的な業務に注力

第三のパターンは、知識集約な業務に注力し、生産などは外部に任せるような事業パターンである。製造プロセスの「スマイルカーブ」(経済産業省, 2005)における付加価値の高い部分に特化するような事業形態であり、新たなものづくりの在り方として、かねてより指摘されていたような事業形態である。該当するのは、イーラムダネット、シグリード、スペースクリエイション、フルテックの4社である。

図表 4-6: 各社における主要製品と生産拠点

企業名	主要製品	生産の委託先	備考
イーラムダネット	光ICT通信技術にもとづく通信装置	フォーラム等でのネットワークを通じたパートナー企業(大手メーカーを含む)	
スペースクリエイション	試験装置	近隣の協力企業等(中小製造業者等)	最終製品の組み立てと試験は当社が実施
シグリード	SSD用のコントローラLSI	台湾など、海外の半導体メーカー(ファウンドリ)	生産工程に直接関係する「フォトマスク」の設計も外部へ委託
フルテック	研究用の電気炉、真空装置、等	中国工場(同社社長の出資先)	研究開発プロセスにおいては、多数の博士人材を積極的に活用

(出所：筆者作成)

これらの企業は、みずから高い技術力や研究開発能力を持っているが、あわせて、製品の「企画」や「設計」にも強みを持ち、さまざまな技術をコーディネイトする能力に優れた企業群だといえよう。換言すれば、外部の協力企業や大学などの強固なネットワークを保有する企業群でもある。

例えば、イーラムダネット社においては、先端的な「光技術」によるビジネス拡大を目指すフォーラム(エイトラムダフォーラム)の事務局を務め、本フォーラムを通じて得た大学や大企業とのネットワークを存分に活用している。また、スペースクリエイション社においては、大手輸送機器メーカーの研究開発に必要な「試験装置」(特注品)市場に特化し、必要な機能の洗い出しや設計をみずから行ったのち、近隣の中小製造業者に各パーツの製造を委託している。一方、フルテック社においては、当社の社長が共同出資した中国の工場に生産を委託しており、これが大きな強みとなっている。実際、当社は、博士人材を数多く登用して高度な研究開発や技術開発に注力する一方、中国で生産を行うことによって、高機能な電気炉を破壊的な価格で提供することに成功している。なお、シグリード社も、LSIの生産を外部に委託しているため、前項に引き続き、本項でも取り上げたが、独自の信号処理アルゴリズムを用いた「コントローラLSI」の製造を、海外のファウンドリに委

託している<sup>17</sup>。

このように、本パターンに属する企業群は、

- (i) 高い技術力や研究開発能力を自ら保有し、
- (ii) なおかつ、製品企画や設計能力にも長けており、
- (iii) 生産に係る協力企業とのネットワークも保有している、

ことがその特徴である。加えて、

- (iv) アフターフォローにも優れ、市場の声に真摯に耳を傾ける

特性をあわせもっていることは言うまでもない。

これらの企業群の事業形態は、グローバル経済の中で発展してきた「モジュール化」の流れに沿ったものでもあるといえよう。コアとなる技術やノウハウと、そうでない部分とを切り分け、後者に関してはこれをコード化し、外部に委託している。90年代以降、海外のグローバルメーカが採用し、それまで優勢だった国内の大手メーカに打撃を与えたビジネスモデルを、国内の先進的な中小製造者も取り入れつつある。本モデルは、次世代のものづくり企業のあるべき姿のひとつとして、高い重要性をもっているものと考えられる。

### (3) 事業化の成功要因 ～重層的なネットワークの活用～

以上の10社は、サポイン事業において、いずれも比較的短い期間で研究開発成果の事業化に成功している。これらの企業がもつ高い競争力の要因のひとつは、(当然のことながら)他社には容易にマネすることができない、社内に蓄積された技術力やノウハウであろう。特に、マーケットでは容易に調達することができない類の技術やノウハウこそが、これらの企業の製品やサービスの差別化し、付加価値を高めるために役立っているものと考えられる(渡辺, Teece, 2010)。

一方、リソースの限られた中小企業群においては、製品やサービスの高付加価値化を試みる「イノベーションの創出」に際し、社内に蓄積されたナレッジ・技術・ノウハウのみでは不十分なケースもあるであろうことが推察される。大企業と比較すれば、中小企業におけるR&D活動の期間は相対的に短く、基本的には既存の技術を引き継いだ「漸進的なイノベーション」がメインになるものと考えられる。しかしながら、蓄積された技術を磨き、高度化していく際にも、社外リソースの活用は重要なキーを握るものと考えられる(チエスブロウ、長尾、2008)。

図表4-7に、今回のインタビュー先が保有する、技術や知識に関する外部機関とのネットワークを示す。10社中、8社が大学や外部研究所等とのつながりを持ち、自社のコア技

---

<sup>17</sup> なお当社は、生産のみならず、設計の一部も外部に委託しており、自社のコア領域に注力した活動を行っている。実際、サポイン事業においては、LSIの製造に必要な「フォトマスクの設計」を凸版印刷株式会社に委託している。

術のブラッシュアップに役立てている<sup>18</sup>。先進的な技術を保持し、これを継続的に磨いていくため、各社ともに外部機関を積極的に活用している。

また、あわせて、製造プロセス等の外部委託に関するネットワークも本表に付記した。基本的な内容は図表 4-1 と同等であるが、知識・技術に関するネットワークとあわせ、各社ともに外部リソースを積極的に活用している事は明らかである。

このような、「知識・技術」、「製造」に関する外部機関とのネットワーキングに加えて、販売等を通じた市場との緊密なネットワークを、各社ともに保有しているものと推察される。実際、研究開発成果の「利益化」・「市場化」を早期に達成するためには、真に顧客のニーズをとらえ、出口がある程度見えた製品開発が、重要になるからである。結果的に、各社は、「市場との太いネットワーク」もあわせて保有していることが推察され、このような重層的なネットワークが、研究開発成果の事業化の際に存分に効果的に活用されているものと考えられる。

図表 4-7: 各社における「知識・技術ネットワーク」、「製造ネットワーク」

企業名	技術分野	知識・技術ネットワーク	製造ネットワーク
(株) アールテック	ソフトウェア (医療分野)	—	—
イーラムダネット(株)	光ICT通信	富山大学、エイトラムダフォーラム (技術フォーラム)、等	フォーラム経由でのパートナー企業群、等
(株)ケンテック	熱処理 (金属のコーティング)	龍谷大学	—
(株)シングリード	信号処理アルゴリズム	東京大学	国内のパートナー企業、海外ファウンドリ
昭和精工(株)	金型の製造	横浜国立大学、等	—
(株)スペースクリエイション	試験装置 (輸送機器等)の開発	—	近隣の製造業者、等
(株)塚谷刃物製作所	切削加工用の刃型等の製造	関西大学、大阪府立産業技術総合研究所	サポイン成果のDLCコーティングの作業は、外部委託
(株)トライアルパーク	ソフトウェア (金属変形シミュレーション)	理化学研究所	—
フルテック(株)	電気炉の製造技術	大阪大学、等	中国工場 (当社社長が出資)
(株)レキシー	ソフトウェア (医療分野)	新潟大学	—

(出所：筆者作成)

<sup>18</sup> このうち、イーラムダネット社とトライアルパーク社は、大学や理研が保有する技術を社会活用するために設立されており、コア技術そのものが「移転」されている。

#### (4) 考察

本章では、イノベーションを創出し、国内の基盤技術をけん引する中小企業 10 社へのインタビューをもとに、その事業パターンを 3 つに分類した。そのうち、ものづくりに典型的なものは 2 つあり、ひとつは、旧来からの基盤技術分野においてもよく見られた「技術深耕型」、もうひとつは、比較的新しいタイプと目される「技術コーディネイト型」であった。本項では、「技術コーディネイト型」について若干の考察を加えるとともに、「技術深耕型」との比較を行う。

##### ① 「技術コーディネイト型」におけるコア技術の重要性

今回インタビューした「技術コーディネイト型」の企業は、核となる技術を持ちながらも、必ずしもこれのみにこだわらず、総合的に顧客の課題を解決しようとするような特性を合わせもつ企業群であった。むしろ、今回のインタビュー先企業群は、どのパターンにおいても市場に真摯に向かいあう顧客志向の強い企業群であったが、「技術コーディネイト型」の企業群は、社外リソースの活用にもより積極的であり、事業プロセスにおける「選択」と「集中」をより深めたスタイルとなっていることがその特徴である。本パターンは、開発スピードを要する現代の製造業における一つの有効なアプローチだと考えられる。実際、迅速な課題解決のため、すべてを自社で抱え込まず、外部との協業体制を作っていくことは、社内の保有リソースを適正化する意味でも合理的であろう。

ここで注意しておきたいのは、本パターンに属する企業群は、外部機関に対するコーディネイトにのみ特化しているわけではなく、いずれも自社内に高度なコア技術やナレッジを蓄積していることである。そして、これらのコア技術やナレッジを核に、いわゆる「T 字型」に自社のケイパビリティを拡張し、周辺技術に対する「目利き能力」等を獲得した上で、技術や生産に係るコーディネイトを行っているのである。

さて、本パターンにおいて、自社内に蓄積されたコア技術はどの程度重要なのであろうか？あるいは、逆に言えば、コア技術をまったく持たないような形態も、有効なのであろうか？ 極端な例として、「高度な基盤技術に係るニッチ製品」のメーカーでありながら、自社内に全く技術を蓄積させず、コーディネイトに特化しているような事業形態を考えよう。すなわち、顧客企業における課題や要望をうかがい、製品やサービスの企画・設計のみを行うが、研究開発、技術開発、部品の生産、組み立て等を、すべて外注するような事業スタイルである。このようなスタイルは、製造業というよりはコンサルティング業に近い側面を有すると思われるが、事業における差別化のキーとなるのは、やはり「技術の目利き」に関する能力、ならびに、「技術をコーディネイトする力」ということになるだろう。必要な技術分野に精通し、さまざまな技術要素の強みやリスクを勘案した上で、課題解決のための最終製品を企画・設計する能力が求められる。

仮に、事業環境が安定し、技術進化もゆるやかな時代であれば、このようなスタイルでの安定的な事業継続も可能であろう。あるいは、技術要素のほとんどがコード化され、文字情報などを通じて比較的容易に技術を学ぶことが可能となっているケースにおいても、

このようなスタイルは有効性を持ち得るであろう<sup>19</sup>。

しかしながら、ものづくりに係る技術やノウハウの中には、現場での作業体験を通じて、暗黙的に社内に蓄積されていくものも多い。そのため、技術の進展がスピードアップしている現在においては、すべての技術を外注し、コーディネイトのみに特化するような事業スタイルでは、ゆくゆくは先端技術のキャッチアップに支障をきたす可能性が高いものと考えられる。それゆえ、事業の継続性やサステナビリティという観点からは、本スタイルはもろさを含んでいることになる。

加えて、コーディネイトのみに特化するスタイルのもうひとつの懸念材料としては、協力企業が T 字型に能力を伸ばし、コーディネイト能力を獲得するようなケースである。この場合、かつての協力企業が競合企業となりえるわけだが、自社とこの新たな競合企業とを比較すると、コア技術を保有する後者のほうがより安価に最終製品をコーディネイトできる可能性が高い。それゆえ、コーディネイトのみに特化した企業は競争劣位に陥ることになり<sup>20</sup>、やはり、事業の継続性に問題が出てくることになる。

以上をまとめれば、ハイテクニッチな製品市場においては、自社内への技術の蓄積をやめ、コーディネイトのみに特化するような事業スタイルはサステナビリティに疑問符がつく<sup>21</sup>ことになる。あくまでもコア技術を保有し、あわせてその周辺能力を高めていくことが、本パターンのポイントであると考えられる。

核となる技術を持ちながら T 字型に能力を伸ばし、技術の目利きや企画設計に関する能力を高め、外部機関とアライアンスを組む本パターンは、変化の激しい経済環境に対して、よりサステナビリティを高めるための一つのモデルになっているものと考えられる。むろん、企業ごとに、保有技術や歴史的な発展経緯は異なるため、どこまでを社内で行い、どこを外部に任せるか、その判断は企業ごとに異なってくるであろう。

## ② 小活： ～「技術深耕型」と「技術コーディネイト型」～

本節であらわれたものづくりに関する二つのパターン、すなわち、「技術深耕型」と「技術コーディネイト型」との間には、明確な境界線が存在しているわけではない。社内において「技術を深める活動」と、(他社の力も借りながら)「技術の幅を横に広げ、選択と集中をおこなう活動」、双方の重みの違いを記した相対的な概念である。

前述のように、基幹産業が安定し、技術の変化がゆるやかな時代であれば、「コーディネイト」には必ずしもとらわれる必要はないであろう。「T 字型への能力拡大」や「自社に足

---

<sup>19</sup> ソフトウェア業界はこのような側面を有していると考えられる。プログラムコードは文字情報であり、たとえ初心者であっても、比較的短期間で(ある程度のレベルまでの)技術の習得が可能である。

<sup>20</sup> むろん、コーディネイトのみに特化したファブレス企業が、別の、より安い協力企業を探し出すことが可能かもしれない。しかしながら、その場合においても、協力企業を含むアライアンス体制が不安定性をばらみ、代替業者のサーチコストに関するリスクを抱えていることになる。それゆえ、やはり、コア技術とコーディネイト能力をあわせもった企業に対しては、なかなか競争優位性を持ちにくいであろう。

<sup>21</sup> 本考察は、あくまでも「高度な技術分野に係るニッチ製品」が対象であることを、ここで再度強調しておきたい。かならずしも高度な先端技術を必要としない、一般消費者向けの B2C 型製品においては、技術力そのものよりも企画力やビジネスモデルの構築が決定的な差別化要因となりえるからである。このようなケースにおいては、いわゆる「メイカーズ革命」のように、自社内に技術を持たない事業形態も有効となるであろう(クリス・アンダーソン、関、2012)。

りないリソースのコーディネート能力」への要請は、産業構造の変革期における現在だからこそ求められている。そして、そのエッセンスは、一般のものづくり中小企業にとっても考慮に値するものだと考えられる。

実際、前述のように、「技術深耕型」の企業においても、市場の変化に応じて周辺技術を社内に取り込み、その能力を拡大している事実には変わりがない。加えて、多角化によって市場のポートフォリオを広げ、保有技術を活かした経営の安定化を試みている。

このような行動特性を考慮すると、「技術深耕型」と「技術コーディネート型」、両者の違いは、事業に対するスタンスの違いに端を発しているのかも知れない。あくまで相対的な違いではあるが、前者のほうが後者よりも「シーズ志向性」が強い、ということになる。あるいは、課題解決に際し、後者のほうが（相対的に）「ソリューション志向性」が強く、「社内の保有技術にとらわれず、社外技術の活用をもいとわぬ行動特性をもっている」とも整理できよう。ただし、このような差異の源泉は、最終的には企業ビジョンの違いにも帰結されるため、安易に優劣を比較すべきものでもない。ひとつ確実に言えるのは、いずれのパターンもそれぞれ参考に値する側面を有し、さらなる技術の高度化と、国内での事業継続を試みる企業群にとっては、これらのエッセンスの咀嚼と活用が有効だと考えられることである。

## 第5章 まとめ

### (1) 本調査のサマリ

本調査では、先端的な技術開発・研究開発能力によって国内の基盤技術を支える中小企業群に対し、アンケートによってサポイン事業の事業化状況やイノベーションの創出状況を探るとともに、インタビューを通じてその事業パターンや研究開発パターンを洗い出した。そして、これらを通じて、今後の国内製造業者が目指すべきモデル、すなわち、技術力の高度化を具体的な事業へ結び付け、企業の高付加価値化を実現していくようなイノベータティブな企業像を探った。

#### ① アンケート結果のサマリ

サポイン事業の採択者を対象にアンケートを行い、416社より回答を得た。図表 3-21 や図表 3-22 に記した通り、先端技術を有する国内の中小企業群による「画期的なプロダクト・イノベーション」(= 市場に先駆けた画期的な新製品の販売)の実現率は極めて高く、過去4年間では全体の43%がこれを行っている。3年間に換算した比率でも32%となり、内外ともに、通常の企業群を凌駕するイノベーション創出率となっている。特に、小規模な先端技術開発企業群における32%という創出率は、国内の加工組立型製造業者のそれ(12%)の2.7倍となり、特筆すべき値だといえよう。

また、これらの企業群は研究開発活動や知財活動にも精力的である。実際、過去5年間では全体の71%の企業が特許の出願を行い、また、54%が登録を行っている。この比率も一般の国内中小製造業者と比較すると非常に高く、先端技術開発企業群が、活発なR&D活動の成果を着実に新製品の売上へと結びつけている様相が示唆される結果となっている。加えて、チャレンジングな研究開発内容を含むサポイン事業においてもこのような能力は遺憾なく発揮され、着実な事業化が実現されてきている。実際、平成18年に開始されたプロジェクトの50%以上が具体的な売上に結びつき、22%が利益化にまで到達している。まさしく、技術の高度化と製品・サービスの高付加価値化を、継続的に行っている様相が半定量的に明らかとなった。

#### ② インタビュー結果のサマリ

一方、本調査においては、サポイン事業の研究開発成果を売上や利益へ結び付けている企業群から10社を選び、インタビュー調査を実施した。そして、先端技術を保有する中小企業群の事業パターンとして、「技術深耕型」、「数理解決型」、「技術コーディネイト型」という3つのパターンへの類型化を試みた。

「技術深耕型」の企業群は、保有技術を長期にわたってブラッシュアップし、着実な事業の継続と多角化を行ってきた企業群である。今回のインタビュー先では金属加工に関係する企業群が多く、(i) 高いコア技術を長期にわたって磨きつづけ、(ii) ニッチ市場を制し

ながらも、(iii) 時代に応じた多角化や新規技術の導入をしていることが特徴である。ただし、新規技術の導入時においても、旧来より保有するコア技術を補完する技術、あるいは、その川上や川下の製造工程に関する技術の導入が多く、基本的には、「絶対無二のコア技術」を磨き続けている企業群である。このようなタイプのものづくり企業群は、旧来から国内にも数多く存在しているものと考えられるが、本インタビュー先の企業群は、シーズ志向に陥りすぎることなく市場や顧客と真摯に向き合い、時代に応じた進化を行う「ゆるやかなダイナミック・ケイパビリティ」に優れた企業群であった。

一方、「数理解決型」の企業群は、主として、きわめて高度な数理的技法（数値シミュレーションや信号処理等）によって現場の課題を解決する企業群であり、今回のインタビューにおいてはソフトウェア開発を行う企業が多くみられた。これらの企業群が開発するソフトウェアにおいては、物性工学・流体力学・信号処理理論といった高度な専門知識にもとづいて実装された数理的モデルやアルゴリズムが「差別化要因」となっている。そのため、このような専門知識を持たない通常のソフトウェア開発企業による追随はほぼ困難であり、他社からは容易には模倣できないコア・コンピタンスを誇っている。このタイプの企業群も、えてしてシーズ志向になりがちな側面をもっているが、本インタビュー先の企業群においては、いずれもターゲット市場と真摯に向き合い、現場の課題解決のために高度な数理的能力を惜しみなく投入している。そのため、サポイン事業における事業化もスムーズに進展しているものと推察される。

また、最後の「技術コーディネイト型」企業群は、90年代以降、グローバル経済下で発展してきた「モジュール型」の製造モデルを要所に取り入れた企業群であり、今後の中小ものづくり企業のあり方としても参考にすべきパターンだと考えられる。基本的にはマイルカーブの両端の部分、すなわち、「研究開発」・「製品企画」・「設計」といった工程や、顧客に対する「アフターフォロー」や「保守」といった業務を重視し、相対的に付加価値が低い部品や製品の生産工程を外部に委託するようなビジネスモデルをもった企業群である。ただし、当然のことながら、個々の企業が置かれた環境に応じて上記の各プロセスへの注力の仕方は異なっている。共通しているのは、「現場の課題解決」のため、必要に応じた技術・ナレッジ・ノウハウ等を適宜調達する「技術のコーディネーション能力」に優れた企業群だということである。このようなビジネスモデルは、デジタル化とモジュール化が進展した現在においてこそ実現が可能になっていると考えられる。今回のインタビュー先企業においては、いずれも、コア技術を保有しながらも、周辺技術の目利きや企画・設計に関する能力をあわせもつ、いわゆる「T字型」のケイパビリティを保有している企業が多くみられた。本パターンにおいても「コア技術」の保有はやはり重要であり、これを核としながら、顧客がもつ問題を解決するために、技術や生産能力のコーディネーションを行うことがその要諦となろう。

なお、これらの3パターンに共通して言えるのは、いずれにおいても、「知識や技術に関するネットワーク」、「製造に関するパートナー企業とのネットワーク」、「市場とのネットワーク」等、自社のリソース不足を補うための重層的なネットワークを積極的に活用しており、これが技術の高度化と、これを活用した事業化の実現に大きく寄与しているものと考えられる。



## (2) めざすべき企業像と発展の方向性

前章でも述べたように、今後の「ものづくり企業」が目指すべきひとつのモデル・パターンは「技術コーディネイト型」であろう。実際、技術の進展が早く、外的環境がゆらぎやすい現在の事業環境において、サステナビリティを獲得するための一つの有効なモデルだと考えられるからである。本パターンにおける最も先進的な事例のひとつは大阪のフルテック社であるが、参考資料における事例集にも詳述したように、

- (i) 自社においては、博士人材を活用した高度な研究開発・技術開発活動に注力する一方、
- (ii) 生産は中国の工場で行い、
- (iii) 高度な機器を破壊的な価格で市場へ提供することによって

研究用電気炉というニッチ市場における圧倒的な競争力を獲得している。また、博士人材を狭い専門的な活動に閉じ込めるのではなく、OJTを通じてT型に能力を拡大し、個々の人材がワンストップで「研究開発」・「生産」・「保守」・「顧客対応」を行えるような実践的な人材教育を行っていることも特徴である。加えて、大学や他企業とも活発に連携しており、「顧客志向」、「知識集約的な先端技術開発」、「産学／企業間連携」、「オープン・イノベーション」、「高度人材の活用」等々といった一連の成功へのキーワードがひとつおき実現されている。そのため、当社は、今後の国内ものづくり企業における典型的なロールモデルを与えているものと考えられる。

しかしながら、(当然のことではあるが)、すべての企業にはその歴史的経緯にもとづく「経路」が存在し、上記のようなビジネスモデルをすぐに体現できるわけでもない。一般に、国内のものづくり中小企業においては、経済成長期には有効であった「技術深耕型」のパターンを踏襲しているケースも多いものと推察される。しかしながら、そのようなケースにおいても、外部機関とのさまざまなネットワークを活かしながら、徐々に「技術コーディネイト型」のエッセンスを取り入れていくことは、不可能ではないであろうと考えられる。特に、リソースの限られた中小企業においては、全くの新しい技術の開発や新規ビジネスモデルの導入は、容易では無いことが推察される。個々の企業が保有する技術と事業環境を見据えながら、「知識」・「技術」・「生産」・「販売」等に係る種々のネットワークを活用し、必要に応じて、「技術コーディネイト型」のエッセンスを取り入れていく漸進的な取り組みは、今後の事業継続のためにも有効であろうと推察される。

上記のようなプロセスを可視化するため、「事業パターン」と「プロダクト・イノベーションの創出」に着目した二次元マップを次図に示す。本図の横軸は、ものづくり企業における二つの類型パターン、すなわち、「技術振興型」と「技術コーディネイト型」をあらわしている<sup>22</sup>。現実的には、すべてのものづくり企業が上記の二つの類型にすっぱりと二分されるわけではなく、事業形態に応じて、双方の特性を部分的に兼ね備えるケースも多いものと考えられる。一方、縦軸には、「プロダクト・イノベーションの創出状況」を採用した。ものづくり企業のあるべき姿としては、市場に対して旧来は存在しないような「画期的な

<sup>22</sup> 「数理解決型」はソフトウェア開発企業に典型的なパターンであり、本図表からは省いた。

新製品」を販売していくことであると考えられることから、縦軸の一番上部にこれを記した。一方、市場を積極的にリードできてはいないものの、他社が引き起こした画期的なイノベーションに追随することも、オスロ・マニュアルでは「プロダクト・イノベーション」としてとらえられている。そのため、これを縦軸の中段に配した。また、上述のようなイノベーションを引き起こせない状況を、縦軸の下段に記している。

図表 5-1: 「事業パターン」 vs 「プロダクト・イノベーション」

事業パターン イノベーションの創出	技術深耕型	技術コーディネート型
	↔	
画期的なプロダクト・イノベーションの創出 (市場にとって、画期的な新製品の販売)	領域 (A)	
プロダクト・イノベーションの創出 (他社はすでに販売しているが、自社にとっては新しい製品の販売)	経路 (1)	領域 (B) 経路 (2)
プロダクト・イノベーションの非創出	領域 (C)	

(出所：筆者作成)

さて、本図において、まだプロダクト・イノベーションを起こせていない、領域(C)に存在する企業を考えよう。このような企業が、今後、プロダクト・イノベーションの実現を目指すにあたっては、図中に記した二つの経路が考えられる。ひとつの典型的な経路は「経路(1)」であり、自社の事業パターンを守りながら技術を高度化させ、プロダクト・イノベーションを実現していくような道筋である。一方、デジタル化とモジュール化が進展した現在においては、「技術コーディネート型」のエッセンスを取り入れ、「経路(2)」のようなパスを通じてプロダクト・イノベーションを目指していくことも、一つの有効な戦略になるであろうと考えられる。外部機関とのネットワークを通じて、「あらたな技術を社内に取り入れる」、あるいは、「自社に無い技術を他社に任せ、協業する」ことによって、プロダクト・イノベーションの確率を向上させ、自社のさらなる高付加価値化をめざしていくような道筋である。今後、領域(B)や領域(C)に存在するような企業群を支援し、その技術の高度化と高付加価値化を促進し、事業のサステナビリティを高めていくうえでも、経路(2)のようなパスは有効であろうと考えられる。

実際、スピード感を増したグローバル経済下の「ものづくり」においては、アジリティ(迅速性)が非常に重要になってきている。そして、そのような環境下においては、かならずしも自社ですべての技術開発や製造プロセスを担うべき必要性は無く、適宜、状況に応じて外部リソースを活用することが有効であろうと考えられる。自社で守るべき中核的なコア技術と外部から調達すべき技術を見極め、顧客の課題解決を第一義にビジネスモデルを組み立てていくような経路(2)の方向性は、中小製造業者と支援者双方が、今後の成

長の実現のため、大いに検討に値するものだと推察される。ただし、個々の事業者が T 型に能力を伸ばし、コーディネート能力を高めるための支援策については、今後の検討が必要な課題である。

「技術深耕型」と「技術コーディネート型」を比較すると、あくまで相対的ではあるが、前者のほうが技術を核にしたシーズ志向性が強く、逆に、後者はこれのみにこだわらないソリューション志向になっているとも考えられる。ただし、「技術深耕型」の企業においても、周辺技術へと T 字型に守備範囲を広げ、また、グローバル経済の影響をうけにくい新規市場へと多角化を行いながら、高付加価値化と事業継続をはかる活動が行われている。そのため、発展経路としての道筋 (1) も、依然として重要性を持っているものと推察される。各企業が、個々の保有技術やナレッジ、事業環境、そして、ビジョンをもとに、これらのパターンのエッセンスを活用しながら、さらなる高付加価値化とイノベーションの創出を継続することを祈り、本稿を終える。



## 参考文献

井出文紀 (2004), 『サポーティングインダストリー研究の展開』, 立命館国際関係論 Vol. 4, pp. 1-26.

上野 透 (2013), 『2013 年は“起業による地域再生” 元年に』, 経済産業研究所 (RIETI), 新春特別コラム, [http://www.rieti.go.jp/jp/columns/s13\\_0008.html#note1](http://www.rieti.go.jp/jp/columns/s13_0008.html#note1) [2013/1/20 確認] .

関東経済産業局 (2011), 『平成 23 年度戦略的基盤技術高度化支援事業の公募について』, [www.kanto.meti.go.jp/seisaku/seizousangyou/sapoin/20110310\\_koubo.html](http://www.kanto.meti.go.jp/seisaku/seizousangyou/sapoin/20110310_koubo.html) [2013/3/11 確認] .

関東経済産業局 (2012), 『サポーティングインダストリー (ものづくり基盤技術)』, [www.kanto.meti.go.jp/seisaku/seizousangyou/sapoin/index\\_kiban.html](http://www.kanto.meti.go.jp/seisaku/seizousangyou/sapoin/index_kiban.html), [2012/11/21 確認] .

清成忠男 (2009), 『日本中小企業政策史』, 有斐閣.

クリス・アンダーソン(著), 関美和 (訳), (2012), 『MAKERS—21 世紀の産業革命が始まる』, NHK 出版.

経済産業省 (2005), 『2005 年版ものづくり白書』, 第 1 章第 3 節 『我が国製造業の特徴の分析』, (平成 17 年 6 月), [www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g51115a04j.pdf](http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g51115a04j.pdf), [2013/2/22 確認] .

経済産業省 (2012a), 『戦略的基盤技術高度化支援事業 制度評価 (中間) 報告書』, 経済産業省 産業構造審議会 産業技術分科会 評価小委員会, (平成 24 年 3 月), [www.meti.go.jp/committee/chuki/keieishien/gijutsu/001\\_s02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/chuki/keieishien/gijutsu/001_s02_00.pdf), [2013/2/22 確認] .

経済産業省 (2012b), 『2012 年版ものづくり白書 (ものづくり基盤技術振興基本法第 8 条に基づく年次報告)』, [www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2012/](http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2012/), [2012/11/26 確認] .

後藤 晃 (2000), 『イノベーションと日本経済』, 岩波新書 684, 岩波書店.

権 赫旭、深尾京司、金 榮慤 (2008), 『イノベーションと生産性上昇: 「全国イノベーション調査」と「企業活動基本調査」個票データによる実証分析』, 一橋大学グローバル COE プログラム『社会科学の高度統計・実証分析拠点構築』, ディスカッション・ペーパー 02, [hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/bitstream/10086/16313/1/gd08-002.pdf](http://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/bitstream/10086/16313/1/gd08-002.pdf), [2013/1/22 確認] .

シュムペーター, J. A., (著), 塩野谷 祐一他 (訳), (1977), 『経済発展の理論—企業者利潤・資本・信用・利子および景気の回転に関する一研究』 (上)・(下), 岩波文庫, 岩波書店.

シュムペーター, J. A., (著), 中山 伊知郎 (訳), (1995), 『資本主義・社会主義・民主主義』, 東洋経済新報社.

関 満博 (1993), 『フルセット型産業構造を超えて一東アジア新時代のなかの日本産業』, (中公新書).

総務省 法令データ提供システム (1999a), 『ものづくり基盤技術振興基本法』 (平成十一年三月十九日法律第二号), [law.e-gov.go.jp/htmldata/H11/H11HO002.html](http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H11/H11HO002.html), [2013/1/21 確認].

総務省 法令データ提供システム (1999b), 『ものづくり基盤技術振興基本法施行令』 (平成十一年六月十六日政令第百八十八号), [law.e-gov.go.jp/htmldata/H11/H11SE188.html](http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H11/H11SE188.html), [2013/1/21 確認].

総務省 法令データ提供システム (2006a), 『中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律』 (平成十八年四月二十六日法律第三十三号), [law.e-gov.go.jp/announce/H18HO033.html](http://law.e-gov.go.jp/announce/H18HO033.html), [2013/1/21 確認].

竹内 淳彦 (1978), 『工業地域構造論』, 大明堂.

中小企業基盤整備機構 中部本部 HP (2012), 『ものづくり中小企業 (サポーティングインダストリー) の支援』, [www.smrj.go.jp/chubu/manage/monodukuri/index.html](http://www.smrj.go.jp/chubu/manage/monodukuri/index.html), [2012/11/21 確認].

中小企業基盤整備機構 経営支援情報センター (2009), 『中小製造業の技術経営に関する調査研究』, 第 6 章『知的財産のマネジメント』, 中小機構調査研究報告書, 第 1 巻第 1 号, [www.smrj.go.jp/keiei/dbps\\_data/\\_material/\\_common/chushou/b\\_keiei/keieichosa/pdf/H20-gijyutu\\_houkokusho6.pdf](http://www.smrj.go.jp/keiei/dbps_data/_material/_common/chushou/b_keiei/keieichosa/pdf/H20-gijyutu_houkokusho6.pdf), [2013/2/21 確認].

中小企業総合研究機構 (2012), 『中小企業統計データ』, [www.jsbri.or.jp/new-hp/statistics/](http://www.jsbri.or.jp/new-hp/statistics/), [2012/11/21 確認].

中小企業庁 (2006a), 『中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律 (中小ものづくり高度化法)』, [www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/chikujou\\_kaisetui/index.htm](http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/chikujou_kaisetui/index.htm), [2013/1/21 確認].

中小企業庁 (2006b), 『ものづくりに取り組む中小企業への支援策』, [www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/portal/05\\_1kigyohenosien.htm](http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/portal/05_1kigyohenosien.htm), [2013/1/21 確認].

中小企業庁 (2010), 『戦略的基盤技術高度化支援事業 研究開発成果事例集, 平成 19 年度～21 年度研究開発プロジェクト』, <http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/senryaku/download/H22fyseikajireisyuu.pdf>, [2013/2/10 確認].

中小企業庁 (2012), 『中小企業の特定期間ものづくり基盤技術の高度化に関する指針』, [www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/2012/0412Kiban\\_Shishin.htm](http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/2012/0412Kiban_Shishin.htm), [2013/1/21 確認] .

チェスブロウ, H. 他 (著)、長尾高弘 (訳), 『オープンイノベーション 組織を越えたネットワークが成長を加速する』, 英治出版 (2008).

西川 浩平, 大橋 弘 (2010), 『国際比較を通じた我が国のイノベーションの現状』, NISTEP Discussion Paper No. 68, [www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/dis068j/pdf/dis068j.pdf](http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/dis068j/pdf/dis068j.pdf), [2013/1/22 確認] .

藤本 隆宏 (2004), 『日本のもの造り哲学』, 日本経済新聞社.

文部科学省 科学技術政策研究所 (2010), 『第 2 回全国イノベーション調査報告』, [www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/rep144j/pdf/rep144j.pdf](http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/rep144j/pdf/rep144j.pdf), [2013/1/22 確認] .

文部科学省 科学技術政策研究所 (2011), 『第 2 回全国イノベーション調査: 調査結果の概要』, [www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/rep144j/pdf/rep144sj.pdf](http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/rep144j/pdf/rep144sj.pdf), [2013/1/22 確認] .

渡部 直樹, David J. Teece, 他 (2010), 『ケイパビリティの組織論・戦略論』, 中央経済社.

OECD (2005), “Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data”, Third Edition, <http://www.oecd.org/sti/oslomanual>, [2013/1/22 確認] .

OECD (2009), “Innovation in Firms: A Microeconomic Perspective”, <http://www.oecd.org/sti/industryandglobalisation/innovationinfirmsamicroeconomicperspective.htm>, [2013/1/22 確認] .

Porter, M. E. (1990), “The Competitive Advantage of Nations”, New York : Free Press.





## 資料編 (1)

# 中小製造企業における先端技術開発： インタビュー事例集 (10 事例)

### ① 技術深耕型： コア技術の長期にわたる継続的なブラッシュアップ

昭和精工 株式会社 (精密金型) . . . . .	61
株式会社 塚谷刃物製作所 (特殊刃物) . . . . .	66
株式会社 ケンテック (金属の表面処理) . . . . .	72

### ② 数理解決型： 高度な数理的解析手法により 現場の課題を解決

株式会社 シグリード (SSD 用コントローラ LSI) . . . . .	76
株式会社 レキシー (医療用ソフトウェア：手術支援等) . . . . .	80
株式会社 アールテック (医療用ソフトウェア：血流解析等) . . . . .	86
株式会社 トライアルパーク (金属プレス等のシミュレーション) . . . . .	91

### ③ 技術コーディネート型： 生産を部分的に外部委託し 知識集約的な業務に注力

イーラムダネット 株式会社 (リアルタイム・ハイビジョン用装置等) . . . . .	96
フルテック 株式会社 (研究用電気炉、真空炉) . . . . .	100
株式会社 スペースクリエイション (研究開発用の試作機等) . . . . .	106

インタビュー先企業の保有技術、製品・サービス、概要：

	企業名	主たる技術分野	代表的な製品・サービス	概要
① 技術 深耕 型	昭和精工 (株)	金型の製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動車部品の金属プレス用金型</li> <li>・アルミ缶向け金属プレス用金型</li> </ul>	半世紀に渡るコア技術のブラッシュアップと、着実な事業拡大。超高精度な塑性成型技術を武器に、世界に通用する企業を目指す。
	(株) 塚谷刃物製作所	切削加工用刃型等の製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・トムソン刃</li> <li>・ビジネスフォーム部品</li> <li>・エッチングダイ（腐食刃型）</li> </ul>	「切る」「抜く」品質を極めながら、「会心の切れ味」で時代の新しいニーズを切り取っていく業界のリーディングカンパニー。
	(株) ケンテック	熱処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・金属の表面処理加工</li> </ul>	産学ネットワークを活用し、ファインコーティングのコア技術を磨く。
② 数 理 解 決 型	(株) シングリード†	信号処理アルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・信号処理アルゴリズム, コンピュータ関連機器向けLSI, IP の 開発・設計・販売。</li> </ul>	独自の高度な信号処理技術を用い、SSD の心臓部となる「コントローラ LSI」をファブレスで開発。2015 年の IPO を目指す。
	(株) レキシー	ソフトウェア開発（医療分野）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人工関節手術の支援用ソフトウェア</li> <li>・医療用 3D モデルの作成、等</li> </ul>	3D 可視化技術と高度な数理的アルゴリズムの融合。世界初の 3 次元人工関節手術支援ソフトウェアにより、手術成功率の向上に貢献。
	(株) アールテック	ソフトウェア開発（医療分野）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・血流解析プログラム</li> <li>・医療用画像の一元管理ソフトウェア</li> <li>・医療用 3D モデルの作成、等</li> </ul>	画像・解析・連携ネットワークで地域医療に新しい価値を創造する。
	(株) トライアルパーク	ソフトウェア開発（金属変形シミュレーション等）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CAE ソフトウェア（弾塑性変形シミュレーション）</li> <li>・ものづくりコンサルティング</li> </ul>	理研の研究成果、ならびに、民間企業とのネットワークを活用。先端的な CAE ソフトウェアによる新市場の創出を目指す。
③ 技 術 コ ー デ ィ ネ ィ ト 型	イーラムダネット (株)	光ICT関連技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リアルタイム・ハイビジョン用光 HDMI システム</li> <li>・光 LSR 等の情報通信機器</li> </ul>	ハイビジョン映像をリアルタイムで高速伝送。光通信の高度なナレッジをベースに、ものづくりの上流工程に特化したファブレス企業。
	フルテック (株)	電気炉の製造技術等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究用電気炉</li> <li>・真空装置</li> </ul>	国内の熱処理技術の高度化と、これにもとづくイノベーションの創出。博士人材を活用した、知識集約型 製造業の新たなロールモデル。
	(株) スペースクリエイション	試験装置（輸送機器等）の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動車パワートレイン（動力伝達）に関する、研究開発用の試験装置（設計～調達試験～アフターフォロー）</li> </ul>	公的支援を活用してコア技術を磨き、高度なニッチ市場での課題解決に貢献。先端技術にもとづく、次世代型のサポーティング・インダストリー。

（出所：筆者作成）

† (株)シングリードは、「③ 技術コーディネィト型」の特性もあわせもっている。

半世紀に渡るコア技術のブラッシュアップと、着実な事業拡大。 超高精度な塑性成型技術を武器に、世界に通用する高付加価値企業を目指す。

## (1) 企業概要

<b>会社名</b>	昭和精工株式会社	<b>代表者氏名</b>	木田 成人
<b>資本金</b>	80,000 千円	<b>従業員数</b>	85 名
<b>設立</b>	1960 年 10 月	<b>年商</b>	16 億 3,800 万円 (2012 年 9 月期)
<b>事業内容</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・精密プレス金型、精密樹脂金型など、金型の設計製作</li> <li>・精密治工具、自動化機器専用機の開発と設計製作</li> </ul>		
<b>企業理念</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・精密塑性加工ツールの総合メーカーとして世界に認められる企業となり、産業社会の進歩発展に貢献する。</li> <li>・世界を照準としたモノづくりをおこない、顧客にビジネスパートナーとして信頼される企業となる</li> </ul>		
<b>取材年月日</b>	2012 年 9 月 13 日	<b>対応者</b>	代表取締役社長 木田成人
<b>沿革</b>	<p>1954 年 1 月 昭和精工設立、塑性加工法の技術研究を開始。超硬合金を素材とし線、管、棒、引抜用ダイス、プラグを製作。</p> <p>1960 年 10 月 法人改組。超硬合金を使用しプラグゲージ、リングゲージ等測定工具を製作。</p> <p>1968 年 10 月 粉末冶金法により、機能部品成形用の超硬金型を製作</p> <p>1971 年 1 月 ファインブランキング法の金型開発。</p> <p>1975 年 3 月 プレス成型用順送型、トランスファー型の開発。</p> <p>1981 年 10 月 接点用 2 点複合金型開発。</p> <p>1989 年 4 月 併合金型を開発、工程併合による合理化。</p> <p>1990 年 5 月 親子採り金型を開発、材料歩留り向上によるコストダウン。</p> <p>1990 年 9 月 フロッピーディスク用ライナー抜型開発。</p> <p>1992 年 4 月 研究開発棟完成。</p> <p>1994 年 6 月 二次電池用金型製作。</p> <p>1995 年 7 月 容器成形プレスラインの開発。</p> <p>1995 年 3 月 フランジブランキング用プレスライン開発。</p> <p>1995 年 7 月 容器成形プレスラインの開発。</p> <p>1996 年 1 月 医療器用マイクロバリ処理機の開発。</p> <p>1996 年 4 月 医療器用留置針カシメキャップ成形プレスラインの開発。</p> <p>1997 年 5 月 マイクロ複製技術の開発。</p> <p>1998 年 5 月 フィルムシート積層ラインの開発。</p> <p>2001 年 3 月 ポリマー 2 次電池用微小多孔電極箔をロール成形にて開発。</p> <p>2004 年 10 月 ISO9001 認証取得。</p> <p>2005 年 2 月 超高精度塑性成形技術の開発に着手。</p> <p>2006 年 3 月 LAP-UP マシンの開発に着手。</p>		

2006年 3月	「全国の元気なモノ作り中小企業 300社」に選定。
2006年 10月	SR自動ラッピング機「LAP-UPマシン」が第23回 神奈川工業技術開発大賞 「大賞」を受賞。
2007年 8月	第2回ものづくり日本大賞優秀賞受賞。 戦略的基盤技術高度化支援事業の委託先に選定される。
2010年 10月	「リチウムイオン電池電極箔のロール成形装置」が第27回 神奈川工業技術開発大賞 「奨励賞」を受賞。
2011年 8月	第1回「横浜知財みらい企業」の認定を受ける。

## (2) 事業内容と保有技術

昭和精工株式会社は、高精度な精密金型や関連機器の開発・製造を主たる事業とするモノづくり企業である。当社の創業は、日本における高度経済成長が始まった1954年であり、当時の主力製品は「引抜用ダイス」という工具であった。本工具の中央部には穴があいており、その中を通した金属材料を強い外力をかけて引き抜くことによって、細い電線や注射針等を製造する際に使われる。電線や注射針の精度はダイスの穴の加工精度に左右されるが、本工具の製造を通じ、当社は以下の三つのコア技術を培った。すなわち

1. 金属を磨き、鏡面にする技術
2. 寸法精度を仕上げる技術
3. 寸法を計測し、保証する技術

である。以降に示すように、当社は、時代に応じて事業範囲を徐々に拡大してきているが、そのベースとなっているのはこれらのコア技術である。

1970年代に入ると、蓄積したコア技術を応用し、当社は金型の製造を行うようになった。当社の代表製品のひとつは、飲料缶の「飲み口」を成型する際に使われる「スコアー」とよばれる金型部品である。飲料缶の飲み口は、だれでも容易に開けられるものでなければならないが、一方、輸送時や保管時には、たとえ不慮の衝撃が与えられとしても絶対に開いてはならない。そのため、スコアー部品にはきわめて高い加工精度が要求される。当社の製造するスコアー部品にはラウンド交差 $\pm 0.003$ の精密仕上げ加工が施されており、この精密加工技術を武器に、当社は国内シェアの約50%を長年にわたって維持している。

なお、このような食品容器関連の精密金型部品に加え、当社は自動車部品用の金型や関連製品も数多く手がけている。現在でも、食品容器の関連分野、ならびに、自動車関連分野が当社にとっての主要な二大マーケットであり、両者をあわせた売上比率は九割程度に達している。



引抜用ダイス



飲料缶の上ぶた(右)と  
スコアー部品(左)

## (3) 当社のおかれた事業環境

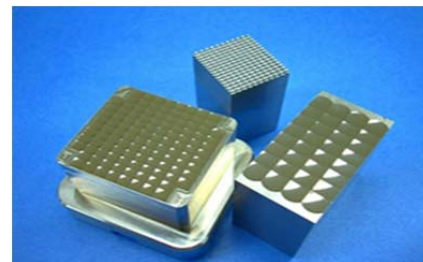
引抜用ダイスの製造から金型製造へと事業の範囲を拡張し、70年代から80年代を通じて、

順調に右肩上がりの成長を続けてきた当社は、90年代以降、外的な経済変動の波を大きく受けながらも着実な経営を続けている。先述のように、当社の二大マーケットは自動車関連分野と食品容器関連分野だが、前者は日本経済を支える基幹産業のひとつであり、その動向が国内景気に与える影響は極めて大きい。結果として、90年代以降、当社の業績も景気の影響を大きく受けることになった。

最初の大きなインパクトは、1991年のバブル崩壊時にあらわれた。2年後の1993年、当社の売上はピーク時の60%程度にまで落ち込み、三割以上の人員削減を余儀なくされた。その後、当社の業績は小康状態をとりもどすが、再び上向きの成長を開始するためには10年余の歳月を要することになった。この間、当社は「事業の多様化」を模索し、フロッピーディスク、二次電池、医療機器など、それまでに手掛けていなかった様々な市場への進出に取り組んでいる。その甲斐あって、2002年以降、いざなぎ景気の到来とともに再び成長軌道に入り、2007年にはバブル崩壊前の業績水準にまで回復することができた。

しかしながら、2008年のリーマン・ショックにより、当社は再び大きなインパクトを受けることになった。バブル崩壊後と同様、三割程度の売上減に見舞われたが、今回は人員調整を一切せずにこれを乗り切り、2011年には再び反転して成長軌道に乗り、現在に至っている。

当社が、「バブル崩壊」と「リーマン・ショック」という二度の大きな外的変動に耐え、いずれにおいても反転に転ずることができた理由は二つ考えられる：(i) 一つは食品容器の関連マーケットの安定性であり、(ii) もう一つは、当社における継続的な高付加価値化と多様化への取り組みである。前者(i)に関しては、たとえば、リーマン・ショックに見舞われた際にも食品容器関連分野の売上はほとんど横ばいであり、これによる業績の下支え効果は大きかったものと考えられる。また、後者に関しては、創業以来、常にコア技術の漸進的な改良が試みられてきており、これをベースに実現された事業の多様化が、長期的な当社の安定性を生み出していると考えられる。たとえば、当社が近年手掛けているプロジェクタ用のフライアイレンズの金型には、創業以来得意とする「鏡面研磨」に関するコア技術が活用されている。後述する「戦略的高度化支援事業（サポイン事業）」へのトライも、当社が連綿と続けてきた、高付加価値化への取り組みの一環である。



プロジェクタに使われる  
フライアイレンズ

#### (4) 戦略的高度化支援事業（サポイン事業）の利用経緯

当社におけるサポイン事業の利用のきっかけは、横浜市の中企業支援センター<sup>1</sup>が催す研究会<sup>2</sup>において、金属組織学を専門とする梅澤修教授（横浜国立大学）と出会ったことだった。梅澤教授の摩擦に関する研究内容を知った木田社長が、これを金型に応用することを提案し、「精密かつ高速なプレス成型」に関する研究開発を行うためのアライアンスが

<sup>1</sup> 正式名称は、「公益財団法人 横浜企業経営支援財団」である。

<sup>2</sup> 研究会の名称は、「金属材料の高付加価値化に向けた創形・創質プロセス開発研究会」である。

組織された。一般に、プレス成形でのせん断寸法の精度は±0.1mm 程度だが、ファインブランキング・プレス (FB プレス) という手法を用いれば、これを±0.02mm 程度にまで高めることができる。当社は、70 年代から精度の高い FB プレスの技術を取り入れているが、この手法の難点は生産性の低さにあった。FB プレスでは一分間に 30 ストロークほどのプレスしか実現できず、一般プレスの 80 ストローク/分に対し、たかだか 40% 弱の生産性しかない。一言でいえば、プレス加工の精度と生産性はトレードオフの関係にある。このトレードオフを解消し、精度と生産性を両立すべく、「よこはまティーエルオー」を管理法人とし、「当社」、「神奈川産業技術センター」、「横浜国立大学」、その他一社によるアライアンスが組まれ、サポイン事業として採択された<sup>3</sup>。2009 年のことである。

### (5) 研究開発の経緯

本サポイン事業においては、当社は金型構造や動作機構の設計、ならびに、金型の作製を行った。また、不二 WPC 社が金型の高硬度化処理をほどこし、産業技術センターが金型の各種特性の評価を行った。

先述のように、ファインブランキング加工に関して、当社には長年にわたって蓄積された技術がある。本サポイン事業ではこれをさらに高度化し、(i) 金型の外部からではなく、内部から効果的に潤滑油を供給する新しい構造、ならびに、(ii) 金型をより効率的に冷却するため、潤滑油を強制的に循環させる新しい仕組み、が考案され、実証実験が行われた。

研究開発はおおむね順調に進行し、最終的には、せん断面の寸法精度±0.012mm、加工速度として最速 80 ストローク/分の新たな FB 加工法を開発することができた。金型の寿命も、最長で 10 万ショット/1 回研磨まで伸び、当初目標の 9 割を達成することができた。

### (6) 事業化への経緯

当社の木田社長は、「中小企業においてはシーズ型の研究開発は難しい。過去から築き上げてきた本当にベーシックな技術を高度化するしかない」と言及し、加えて、「顧客のニーズをとらえ、半歩先の製品を作り続けることが重要」だと指摘している。本サポイン事業も、まさしくそのような性格のものであった。グローバル化の進展とともに、海外サプライヤーも国内企業と同等の加工精度を実現しつつあり、これに打ち勝ってゆくためには、さらなる精度と生産性の向上を実現していくしかない。

本サポインの成果は、当社が保有する基盤技術をさらに高度化し、トレードオフ関係にあると考えられていた精度と生産性、双方を向上させる劇的な効果を持っている。サポイン事業の終了後も継続的な改良が試みられているが、それと同時に、当社における実際の事業においてもさっそく活用されている。

### (7) 現在の課題と今後のビジョン

2009 年以降、当社は、金型の設計と製作のみならず、金型を含む生産ラインの製造にまで事業領域を広げている。当社は、85 名の従業員中、「製造」にたずさわっているのは約

<sup>3</sup> 平成 21 年度戦略的基盤技術高度化支援事業、「高機能製品を得る精密せん断 (ファインブランキング) をハイサイクル成形で可能とする金型及び成形技術の開発」

半数の 42 名に過ぎない。一方、システム課と呼ばれる「包括的な顧客サービス」を行う部署が存在し、23 名の従業員が、「設計」・「組み立て」・「顧客の生産ラインの調整」・「保守」などをワンストップで行う体制を整えている。このシステム課は、製品の製造工程におけるスマイルカーブにおいて、付加価値の高い部分にその業務を集中しており、今後のものづくり企業のあるべき姿がうっしだされているといえよう。

当社の、2009 年 10 月の中期経営計画においては、新たに 5 つの目標がかかげられた：すなわち、(1) 品質のさらなる向上（不良発生率を前年より 10%下げる）、(2) さらなる効率化（33%の効率化を目指す）、(3) グローバルブランドの立ち上げ（海外売上比率 20%を目指す）(4) 新領域の拡大（売上比 20%が目標）、(5) 人材育成（リーダー育成など）の 5 つが掲げられ、その達成に向けて着実な歩みが続けられている。海外への展開も現在行いつつあり、2011 年 9 月にはタイに進出し、海外においても自社製金型の保守が行える体制を整えつつある。

## (8) まとめ

創業以来約半世紀にわたり、時代の動向を見据えながら、当社は着実な基盤技術の高度化と事業範囲の拡大を実現してきている。絶対無二のコア技術を磨き続けながら、特定の市場に偏りすぎないような経営戦略がとられており、これが幾多の荒波を乗り越える原動力になっているものと考えられる。当社の歩みは、他のモノづくり中小企業にとっても、参考にすべき強固な指針を与えるものだと考えられ、今後の益々の発展が期待される。

「切る」・「抜く」品質を極めながら、「会心の切れ味」で時代の新しいニーズを切り取っていく業界のリーディングカンパニー。

## (1) 企業概要

<b>会社名</b>	株式会社塚谷刃物製作所	<b>代表者氏名</b>	塚谷 俊哉
<b>資本金</b>	9,000 万円	<b>従業員数</b>	262 名
<b>設立</b>	1960 年	<b>年商</b>	59 億 6,274 万円
<b>事業内容</b>	① コンピューター用紙印刷用ミシン刃および付属消耗部品, ② 紙器打抜トムソン刃および付属消耗部品 ③ シール・ラベル・フィルム打抜用エッチングダイおよび付属部品等の工業用特殊刃物の製造販売。		
<b>企業理念</b>	「切る」、「抜く」に関わる製品とサービスの提供を通じて社会に貢献するとともに、地球環境の保全に対し、自主的・継続的な改善活動を進めます		
<b>取材年月日</b>	2012 年 10 月 29 日	<b>対応者</b>	取締役工場長 高野 浩次郎 サブリーダー 吉岡 敬泰
<b>沿革</b>	1951 年 故塚谷年雄が大阪市城東区鳴野東 1-188 に塚谷製作所を創立。貝釦用円筒刃の製造および販売業務開始。 1955 年 大阪府東大阪市長堂 2-64 に工場移転拡張。 1957 年 トムソン刃の製造開始。貝釦用円筒刃の製造中止。 1960 年 株式会社 塚谷製作所に組織変更。資本金 200 万円 代表取締役塚谷俊介で新発足。合成繊維用・製紙機械用、食品用その他工業用機械刃物各種の製造開始。 1961 年 ビジネスフォーム横ミシン刃製造開始（電算機用紙印刷用） 1965 年 資本金 1,000 万円に増資。本社工場 八尾市楠根町 3-39 に新築移転。商号を株式会社 塚谷刃物製作所に変更。 1967 年 資本金 2,000 万円に増資。 1970 年 合成繊維用・製紙機械用、食品用等の刃物製造中止。 1974 年 東京都杉並区和泉 3-59-24 に東京営業所開設。 1977 年 ビジネスフォーム消耗部品製造開始。 1979 年 資本金 9,000 万円に増資。 1984 年 第二工場 八尾市楠根町 2-44 に竣工。 1987 年 東京営業所 東京都大田区中央 7-7-3 に移転。 1989 年 宮町工場 八尾市宮町 5-23(現、宮町 5-6-40)に竣工。 1993 年 奈良工場 奈良県五條市住川町 1403 番地テクノパーク・なら工業団地内に竣工。第二工場売却。 1995 年 ピナクルダイの製造開始。 1998 年 東京営業所から東京営業部へ組織変更。 1999 年 塚谷俊介が代表取締役会長に就任。 塚谷俊哉が代表取締役社長に就任。		



2001年	創業 50 周年記念式典を挙る。
2002年	塚谷俊介が名誉会長に就任。本社用地(4,498 平方メートル)取得。
2003年	中小企業研究センター賞「全国表彰」を受賞。
2004年	本社、八尾市楠根町 5-30 に新築移転。
2006年	大韓民国に現地法人 塚谷 Korea 株式会社 を設立。 経済産業省推進事業「IT 経営百選」の最優秀賞企業に認定。
2007年	塚谷 Korea 株式会社竣工。ピナクルダイ製造開始。 経済産業大臣より「明日の日本を支える元気なモノ作り中小企業 300 社」に選定。
2011年	上海出張所を設立。
2012年	タイ王国に現地法人 TSUKATANI (Thailand) Company Limited を設立。

## (2) メインとなる事業内容と保有技術

株式会社 塚谷刃物製作所（以下、塚谷刃物）は、カッティング・エッジと呼ばれる工業用特殊刃物の製造・販売を行っている。この工業用特殊刃物は、工場で製品が生産される過程において、「切断」や「型抜き」の際に使用される。「よく切れて長持ちする刃物」の製造において、当社には長年にわたる技術が蓄積されており、これが当社のコアコンピタンスとなっている。

さて、カッティング・エッジの用途は幅広く、プラスチック製品や紙器、フィルムや自動車部品など、私達の生活に身近な製品の生産には欠かせない。現在の当社は、①ビジネスフォーム刃、②トムソン刃、③ピナクルダイ、の 3 つの主力商品を軸にビジネスを展開している。従業員 260 名のうち、営業担当者は約 30 名であり、また、約 200 名が製造に携わっている。

塚谷刃物製作所の主要製品

製品名	主な用途	シェア	営業・販売体制
1 トムソン刃	「紙器」や「段ボール」のパッケージ、「食品トレイ」、「電子機器の部材」、「液晶TV用フィルム」、などの打抜き	60%	代理店と連携
2 ビジネスフォーム刃	「宅配便の伝票」など、帳票類の切り取りミシン目やパンチ穴の加工	90%	直販
3 ピナクルダイ	「切るモノを選ばない刃先」として、様々な用途に対応（「ラベル」、「液晶フィルム」、「フレキシブルプリント基板」など）。	80%	直販（注文ごとに対応）

（出典： 当社事業説明パンフレットより作成）

### (3) 当社のおかれた事業環境と成長の経緯

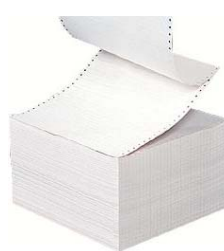
当社は、コア技術をベースに、常に顧客の声に耳を傾けながら着実な事業拡大を実現し、現在に至っている。創業時、当社は「貝釦」のメーカーであった。しかしながら、徐々に需要が減少していった事もあり、1957年からトムソン刃の製造を始めた。トムソン刃とは、はがねを焼き入れて作った薄い刃のことであり、これを曲げて抜き型（トムソン型）を作り、紙などの打ち抜きに利用する。貝釦の加工を通じて「切る技術」を磨いていた当社は、「トムソン刃」の製造時にもこれを遺憾なく発揮した。トムソン刃の最終顧客は、段ボールなどの紙器メーカー業界、食品業界、医療業界など多岐に渡っており、最近では、家電業界における液晶テレビ用フィルムにも利用されている。トムソン刃のマーケット自体はニッチだが、当社は、顧客のニーズにあわせた漸進的な技術改良と生産体制の改善を行っており、これが、60%という高い国内シェアに結びついているものと考えられる。現在は、薄いトムソン刃（シール刃）の納期は通常1日、最速では当日納品でも可能な体制を整えている。



トムソン刃を用いた抜き型

さて、トムソン刃の製造によって当社は順調に成長していったが、一方、1960年代以降、オフィスコンピュータの普及と歩をあわせ、印刷用のストックフォーム紙がよく使われるようになった。このストックフォーム紙は長い連続用紙であり、プリンタで送り出すための丸い穴やミシン目が入っている。そのため、このような加工を行うための特殊刃物、すなわち、「ビジネスフォーム刃」のマーケットが同時に立ち上がっていた。当社は、海外の展示会などを通じていち早く本市場の存在を知り、今後のさらなる成長を見込んで「ビジネスフォーム刃」の製造を開始した。1961年のことである。

その後の当マーケットの成長は著しく、それにあわせて当社もさらに成長した。ビジネスフォーム刃は、ストックフォーム紙のみならず、宅配便の伝票や給与明細など、実にさまざまな帳票の加工に使われている。当市場もニッチマーケットであるが、「切るための技術」を磨き続けた当社の国内シェアはきわめて高く、実に



ストックフォーム紙(左)と各種ビジネスフォーム刃(右)

90%に達している。換言すれば、国内のほとんどの帳票のミシン目は当社製の刃によって抜かれている事になる。当社では、デジタル技術を活用した精度測定を取り入れるとともに、標準品の加工をロボット化するなど、生産ラインの高度化にも余念がない。

その後、1990年代に入ると、レーザープリンタやインクジェットプリンタの普及が始まり、連続用紙へのニーズは減少した。そして、これに連動してビジネスフォーム刃の市場にも先細り感が出てきた。新たな事業機会を探っていた当社は、当時、アメリカやヨーロッパで現れてきた「腐食刃型（エッチングダイ）」に着目した。この刃型には、「エッチン

グ」と呼ばれる化学的な加工が施されており、具体的には、① 金属材料の溶かしたくない部分をマスキングし、② 残りの部分を特殊な「腐食液」で溶かす事によって製造されている。この「腐食刃型」の特徴は、非常に複雑な刃型でも実現が可能な点にある。当社は独自の技術を磨きあげて登録商標をとり、「ピナクルダイ」として 1995 年から本格的な製造を開始した。

このピナクルダイは、「印刷用ラベル」や複雑な形の「シール類」といった一般用途に加え、携帯電話などの「電子部材」の加工や、「液晶フィルム」の打ち抜きなど、家電や I T 関連業界にまでその用途は広がっている。1990 年代、日本国内での携帯電話の爆発的な普及に伴い、本事業は当社の主力事業となった。ピナクルダイ事業の開始時、これに関わる人員は 5 名にすぎなかったが、事業の成長にあわせて外部から新たな人員を増員し、今では 120 名程度が本業務に関わっている。換言すれば、ピナクルダイによって、当社はそれまでの 2 倍近い従業員規模にまで成長したことになる。なお、本市場における当社の国内シェアは現在約 80%であり、その売上は当社の全体売上の 50%弱に達している。

#### (4) 戦略的高度化支援事業（サポイン事業）の利用経緯

ピナクルダイは、通常、輪転機に取り付けて使用される。そのため、ある程度の柔軟性が必要となるが、一方、刃型の先端部には、(当然のことながら)切れ味と耐久性が要求される。当社では耐摩耗性能を向上させた商品をラインナップしているが、基材の多様化に伴い、顧客からの更なる耐久性向上ニーズは常に存在していた。そこでさらにこれを高度化するため、サポイン事業にチャレンジした。

本事業において当社が着目したのは、自動車のエンジン部品などの堅牢化につかわれるダイヤモンドライクカーボン (DLC) によるコーティングである。炭素から構成される物質は、その結合状態によって、ダイヤモンドのような硬さをみせる事もあれば、グラファイトのような柔らかさをみせる事もあり、組成制御によりある程度柔軟に性質を調整することが出来る。

ただし、現在主流である自動車部品に必要な DLC コーティングと、当社に必要なそれはいささか性質が異なっている。自動車部品の場合、「硬さ」の追求が一番であるが、そのようなコーティングではピナクルダイを曲げた際、簡単に破壊されてしまう。そのため、「適切な柔軟性を持ちつつ、刃先を硬化する」、という、独自の DLC コーティングの開発が目的となった。

さて、2003 年以降、八尾市と関西大学が定期的で開催していた「八尾ものづくりイブニングセミナー」では、DLC コーティングが何度か取り上げられていた。これに参加した当社は関西大学の池永勝氏 (社会連携推進学部 顧問) と知り合い、これがサポイン事業への契機となった。池永氏のコーディネーションのもと、関西大学の杉本隆史教授、ならびに、大阪府立産業技術総合研究所 (産技研) とともにアライアンスを組み、平成 19 年度のサポ



(左) ピナクルダイと磁気シリンダ、  
(右) ピナクルダイと磁気プレート。

イン事業に無事採択された。テーマは『液晶用特殊シート材高精度打抜き用次世代皮膜コーテッド金型の開発』である。

### (5) 研究開発の経緯

サポイン事業においては、当社の吉岡敬泰氏が専任となり、フルタイムでの研究開発が行われた。DLC コーティングは蒸着技術の一種であり、真空炉が必要だが、当社には小規模な設備しか無かった。ただし、本格的な DLC コーティングに必要な大型真空炉を導入するためには「億単位」の資金が必要となり、現実的では無い。そのため、本サポイン事業では関西大学や産技研の大型真空炉を借り、場合によっては民間のサービサーにコーティング業務を委託しながら、開発が進められた。

このような開発体制はいささか不便なように見えるかもしれないが、当時、社内に蒸着技術を蓄積していなかった当社にとっては、デメリットばかりではなかった。実際、真空炉を借りる際など、吉岡氏は、大学や産技研の有識者や技術者と意見を交換し、貴重な知見やヒントを得ることができたからである。本研究は、世界を見まわしてもなかなか他に先行事例が無く、真空炉の貸与を通じてつくられた外部組織との知識ネットワークは、当社にオープン・イノベーションをもたらす契機となったのである。

DLC コーティングの特性は、配合する他の元素（水素や金属元素など）の量や、加熱の際の温度や時間など、微妙なさじ加減に大きく依存する。先生方のアドバイスを得ながら粘り強く試行錯誤を続けた結果、最終的に当社は、強靱さと切断性を兼ね備えた DLC コーティングの開発に成功した。はじめて成功した際、吉岡氏の抱いた率直な感想は「学術的な根拠には乏しかったが、直感がうまくはまった気がする」というものであったが、さらなる研究開発を積み重ねて「再現性」を高め、現在は、当社の独自技術として事業化されている。

### (6) 事業化への経緯

さて、本サポイン事業においては、「DLC コーティングによる耐久性の向上」に加え、「コーティングした刃先を尖らせる技術」の確立が目的とされていた。ただし、後者の確立のためには自前の炉が必要となるが、その調達は容易ではないため、サポイン事業が終わった現在でもまだ研究開発の途上にある。一方、前者は劇的な効果をもたらし、当社の事業にすでに貢献している。実際、DLC コーティングを施したピナクルダイは、最適条件下において旧来製品の 10 倍から 20 倍程度の耐久性を示し、明らかな高性能化を実現できたからである。

むしろ、事業化の際に小さな壁となったのは、協力企業の探索と、市場評価の確立であった。なにしろ、本業界における初めての DLC コーティングである。評価を確立するためには、地道に顧客に使って頂いて実績を積み重ねていくしかない。幸い、当社に協力的なコーティング業者が見つかり、また、ニーズにみあった顧客にこれを試して頂く事によって、その評価は段々と確立されていった。先述のように、DLC コーティングの効果は劇的であり、今では当社製ピナクルダイのオプションの一つとして、ゆるぎない地位を築いている。現在では、日々のピナクルダイの受注において、本研究開発コーティング品の指定が着実に増えてきている。

## (7) 現在の課題と今後のビジョン

当社における現状での課題のひとつは、自前の大きな炉が無い場合、DLC コーティング作業を外注せざるをえず、その分、納期が長くなってしまっている事である。作業を完全に内製化すれば一日の納期ですむが、外注の場合、どうしても三日かかってしまう。ただし、前述のように、内製化するためには億単位の投資が必要となるため、その解決にはまだ時間が必要である。

また、もうひとつ課題を上げるとすればそれは事業環境であり、具体的には、当社の得意先である国内電機メーカーの不調である。当社の刃型は、電気部材の試作によく用いられていたのだが、昨今のグローバル電機メーカーの不調により、当社の業績にも影響がでかねない状況となっている。顧客が特定の業種に偏りすぎることはリスク要因となるため、当社では、これまでも常に事業の多様化を模索し続けてきた。最近では、これまであまり取引のなかった「製袋」（紙袋の製造）業界を潜在顧客とみなし、営業を強化している。

なお当社は海外への展開も開始しており、すでに、韓国とタイに工場を保有している。当社におけるトムソン刃の販売先の半分は海外であり、海外メーカーとのコスト競争のなか、海外生産を加速している。

今後も、これまでと同様にコア技術を磨き続け、高い市場シェアを継続させる事に加えて、「トムソン刃」・「ビジネスフォーム刃」・「ピナクルダイ」に続く「第四の柱」の探索と確立を当社は目指している。

## (8) まとめ

当社は、「切る」ためのコア技術をベースに、時流に見合った新しい主力製品を開発しつづけ、鍛え上げた技術力とサービス力を糧に成長を続けてきた。当社のコア技術はコード化されるべきところは既にコード化され、たとえ新入社員であっても、2 か月程度の鍛錬によって（その効率性は別として）最終製品が生産できるような体制となっている。また、前述のサポイン事業の例にもれず「技術開発」には常に注力し続けており、出願特許は現在 45 件を数え、ピナクルダイについては国際特許も取得している。

当社の特徴は、「切る技術」の高度化・高付加価値化に対する実直な姿勢であり、やるべきことを全てきちんとこなすブレの無い取り組みが、現在に至る成長を支えているものと考えられる。加えて、マーケットの声にも真摯に耳を傾け、これに常にこたえようとする継続的な取り組みが、プリンタ用の「ビジネスフォーム刃」や、電子部材用の「ピナクルダイ」といった、ヒット製品の創出に結びついているものと考えられる。

換言すれば、このような一連の取り組みが生み出す総合力こそが、当社の競争力の要因なのであろうと推察される。一般のものづくり中小企業にとっても大いに参考としたい好事例である。

産学ネットワークを活用し、ファインコーティングのコア技術を磨く。

### (1) 企業概要

会社名	株式会社ケンテック	代表者氏名	川端健一
資本金	300万円	従業員数	14名
設立	1999年2月	年商	—
事業内容	超硬質セラミック被膜「ファインコーティング」 プラズマ拡散浸透処理「NFC処理」 真空熱処理		
企業理念	真空技術と熱処理技術、表面処理技術を駆使してあらゆる表面強化に最適なソリューションを提供する。顧客に最適な解決方法を提案できるコーティング技術のパイオニアとして、さらなる表面処理を開発して行く。		
取材年月日	2012年11月12日	対応者	代表取締役 川端健一
沿革	1986年 鉄鋼材料流通・加工業に勤めていた創業者がスピンアウトし、ファインテックとしてプレス金型の熱処理事業を始める 1998年 セラミックコーティングの研究・開発に着手 1999年 ファインテックから、セラミックコーティングを含む表面処理部門を分社化し、株式会社ケンテックを創設 2001年 中小企業経営革新支援法に基づく経営革新計画 認定 2002年 課題対応新技術研究調査事業（中小企業事業団）採択 2003年 第19回 東大阪市優良企業表彰 受賞 2004年 中小企業・ベンチャー挑戦支援事業 実用化開発研究補助金 受給 2005年 東大阪商工会議所会頭賞、日刊工業新聞社賞 受賞 2006年 戦略的基盤技術高度化支援事業 採択 2008年 元気なモノづくり企業300社 選定 2010年 ものづくりイノベーションプロジェクト（大阪府）採択 2011年 エコアクション21 認証		

### (2) 事業内容と保有技術

当社の母体である有限会社ファインテックは、金型や治工具類などのダイス鋼熱処理を専門に行う会社である。ファインテックが創設された1980年代には、金型の耐久性向上や摩擦抵抗低減といった機能性向上を目的として金型表面にVC（ヴァナジウムカーバイド）などのセラミック被膜を生成する技術が盛んに用いられていた。これは熱処理とは違う技術による高機能化であるが、ユーザーや用途は共通する部分が多い加工法であり、熱処理を行う会社にとってはシナジー効果を期待することが出来る事業領域である。その実用的なコーティングプロセスは、大手自動車メーカーの特許技術（TD）として独占的に用いられ



ていたが、その特許の期限切れを受けて、ファインテック内において TRD (Thermal Reactive Diffusion and Deposition) による金型表面コーティング技術の研究が開始された。その後、ここで確立された表面処理技術を事業化する目的で、株式会社ケンテックが設立されることとなった。

熱処理会社から分社した当社は、ユーザーや用途が共通という以外に生産技術面のシナジー効果も享受することが出来た。溶解した材料中にワークを浸漬し、熱化学反応でコーティング被膜を得る湿式 TRD 法の加工プロセスは、加熱炉の中で加工がおこなわれるという点において共通しており、熱処理事業用の設備や技術が応用できたのである。



深絞り用金型への加工例

とはいえ、創業と同時に十分な受注を獲得できたわけではなかった。大手自動車メーカーの特許は ライセンスを供与された準大手の加工会社 2 社によって独占的に使用されてきた経緯があるため、中小企業が新規参入した当初はその技術の信頼性を評価されず、「にせもの」扱いされたこともあった。そのような事態への対応策として当社は、中小企業経営革新支援法に基づく経営革新計画を作成し、大阪府知事の承認を受けた。さらに、中小企業事業団（現中小企業基盤整備機構）より課題対応新技術研究調査事業の委託を受けるなど、公的支援制度への参画を一種の「御墨つき」として活用し、徐々に信用を得ることに成功した。現在は、湿式 TRD により最大  $\phi 500 \times L700\text{mm}$  の寸法まで対応する小～中サイズ金型・治工具への VC コーティング処理を中核とした、高機能な表面被覆処理を事業展開している。

### (3) 現在の事業環境について

加工用設備としては量産用の炉を三基、実験用小型炉二基を保有しており、リーマンショック以前は二基の炉を稼働させることもあったが、現在は一基のみが稼働している。コーティング材料は熱容量の大きい金属化合物である。常に熔融した状態で保持する必要があるため、大きなエネルギーコストが固定費として発生し、生産の平準化が経営上の重要課題となっている。

一方、実験用小型炉は生産の都度少量のコーティング材料を溶解して使用するという対応が可能であり、小型部品の加工用に重宝している。この小型炉の方が柔軟な生産対応が可能となるため昨今の顧客要望に対応しやすく、これによる受注も収益源となっている。

顧客の要望は低コスト・短納期を求める傾向がますます強まってきている。当社の提供する湿式 TRD 法は被膜強度に優れるという特徴を持っているが、熱歪や経時変寸という短所もあり、それを補正するための時間的・経済的不利を抱えている。そのため、表面強度は劣るものの母材への熱的影響が軽くてすむ PVD (Physical Vapor Deposition = 物理的蒸着) 法による表面処理との競争が厳しさを増してきている。納期と精度で優位に立つ PVD 法が量的には多くなっている現状ではあるが、PVD 事業者同士の競争が激化していることもあり、当社としては湿式 TRD 法による高機能な表面処理の提供に特化してゆく所存である。サポイン事業に採択された開発テーマもその流れに沿ったものであり、従来にない高耐久性が実現できる技術として高く評価されている。

このような事業活動の結果、リーマンショックによる落ち込みも 2009 年からは回復に転じ、それ以後の業績は順調に増収増益が続いている。

#### (4) 戦略的高度化支援事業（サポイン事業）の利用経緯

前項で述べた通り、より高機能な表面処理を提供していきたい当社にとって、サポイン事業はうってつけの施策となった。この事業に取り組むきっかけは、経営者が参加していた大阪府中小企業家同友会で大学機関を紹介されたことである。同友会の中に産学官連携をやろうという有志の集まりができ、その中で自社の技術と課題を説明したところ、龍谷大学龍谷エクステンションセンターのアドバイザーであった上條先生を紹介されたのである。この先生がキーとなり、サポイン事業への挑戦が始まった。といっても、出会ってすぐにサポイン事業の話が出てきたわけではない。最初は当社の表面処理技術の開発に関して、試作した膜の物性評価などを委託するという形での協力を依頼していた。上條先生は民間企業出身の産学官連携専門家であり、やがてこの技術に関心を持ってくれるようになった。そして、ご自身がアドバイスをされていた企業を集めて表面処理研究会を立ち上げ、国のプロジェクトにチャレンジする計画を立てることになった。具体的には、当社と浸炭焼入れ業者、そしてプラズマ窒化という表面改質を行っている事業者の三社とともに、新しい技術開発を企画したのである。

#### (5) 研究開発の経緯

自動車産業・機械装置産業における国際競争力を維持・向上させるために、高張力鋼材やテーラードブランク材等の難加工材を使用する傾向が強まっている。こうした川下ユーザー企業の要望に応えるための基盤技術として、成形材部品の小型・軽量化に寄与する金型・治工具の製造技術が不可欠となってきたが、そのひとつが金型・治工具に対する高強度化と高耐久性の付与である。

熱処理・表面被覆処理のいずれにおいても、単独でユーザーニーズを完全に満たす技術は実現していないため、本研究開発は複数の加工・処理技術を組み合わせることにより、金型・治工具の高強度化・高耐久性を実現する拡散・表面被覆融合処理技術を開発することを目的として実施された。

金型・治工具表面の表面処理は、難加工材を加工する際の強い負荷によって損耗するが、その損耗を低減するためには、①表面被覆の強度向上、②母材金属の強度向上、③表面被覆処理プロセス時の母材金属表面の変性防止、④表面被覆と母材金属との密着性強化、といったアプローチがある。本研究ではこれらの要素を複合的に向上させるため、母材金属の表面改質技術である浸炭焼入と真空窒化処理、および当社の事業領域であるセラミックコーティングを組み合わせ、プロセス開発と物性の評価を実施した。

複数の工程を別々の事業所で加工するため、その都度ワークを搬送する手間が生じることになったが、結果として各プロセスの制御性向上が実現し、複合処理による画期的な高強度・高耐久表面処理技術を開発することができた。



複合処理技術による被覆の断面拡大画像



## (6) 事業化への経緯

当事業においては、当初より技術シーズとユーザーニーズがかなりはっきりしていたため、出来上がった技術に対する需要はあった。そのため、「売上が立つ」という点に関しては早期に達成することが出来た。しかし、当初計画通りの数字は現在まだ達成されていない。工程ごとにワークの移動・搬送が必要な点は開発時と変わらない条件となっており、通常の表面処理と比較して数倍の納期がかかってしまうのである。ユーザーからの短納期対応要求が強まってきている中であって、この点は事業としての成長の大きな足かせとなっている。新技術の開発によって表面被覆の寿命は2~3割延ばすことができたが、コスト的にも2~3割アップしている。そのため、ユーザーからすれば、コストメリットはあまりなく納期は大幅に長いということになってしまっている。すべての工程を内製化するという対応策については、もともと仲間同士の連携によって実現した技術であり、道義的に受け入れがたい側面があるため、今のところは予定されていない。

今後は、単純な耐久性とコストの比較だけでなく、「機能性」そのものや「メンテナンス回数の低減」といった点もアピールポイントとして売り込んでゆく予定である。しかしながら、金型メーカーだけを対象顧客とする場合、「メンテナンス回数の低減」は直接的なメリットにならないため、拡販にも限界がある。川下のユーザー企業へのアピールや用途開発をさらに進める必要があり、営業力強化がひとつの課題となっている。

派生効果としては、「湿式 TRD という加工法を極めてゆこう」という意思を強固にすることができた点大きい。色々な制約条件がある分、大企業は参入しないニッチ分野であり、こつこつと事業を継続してゆけば、今後も評価が高まってゆく事が想定されるからである。現在、同プロセスによるダイス鋼以外の母材金属への加工技術や、VC 以外の被覆材料なども研究を始めており、少しずつではあるが事業として実を結びつつある状況である。

## (7) 人材面の成果

副次的な面ではあるが、龍谷大学との連携を契機として、アドバイザーの先生とつながりがある技術者を採用することが出来た点は大きな成果であった。その人材がサポイン事業の研究業務全般を全うしてくれたことと、その後の提案型開発案件において経営者の手足となって動いてくれている点は、会社にとっての大きな財産となっている。なかなか簡単ではない側面があるものの、今後も表面処理についての知見と関心を持つ技術者を採用し、「開発」と「現場ノウハウ蓄積」の両面での活用を計画している。

## (8) まとめ

本件の研究開発グループは、サポイン事業に採択される2年ほど前から共同研究を始めており、採択には至らなかったものの地域コンソーシアム事業にもチャレンジした経験があった。サポイン事業では龍谷大学が事業管理機関になっただけでなく、上條先生の部下である大学教授が PL としてプロジェクト全体をリードし、終始プロジェクトの成果に向けて活動をコントロールした。このような企業間連携と、コアになる学術機関の取りまとめ機能によって、高度な技術開発を実現する道筋が作られたのである。民間事業者間の友好的なネットワークに対し、川下企業とのつながりを持つ学術機関がイニシアチブをとる形で関与し、短期間での事業化に結び付いた事例である。

独自の高度な信号処理技術を用い、SSD の心臓部となる「コントローラ LSI」をファブレスで開発。2015 年の IPO を目指す。

### (1) 企業概要

会社名	株式会社シグリード	代表者氏名	江角 淳
資本金	356,050 千円	従業員数	14 名 (子会社を含む)
設立	2007 年	年商	—
事業内容	(1) SSD (Solid State Drive) 用コントローラ LSI (2) ハードディスク装置 (HDD) 用信号処理 LSI (3) NAND フラッシュメモリ解析システム (4) 信号処理 IP (5) FPGA ボード		
企業理念	シグリードは 『ひとりひとりが自立した技術者集団』 を目指します		
取材年月日	2012 年 9 月 13 日	対応者	代表取締役社長兼 CEO 江角 淳 設計事業本部アナログソリューション事業部・部長 伊東 充吉
沿革	2007 年 2 月 株式会社シグリード設立。 2009 年 8 月 戦略的基盤技術高度化支援事業 (サポイン) に採択される。		

### (2) メインとなる事業内容と保有技術

株式会社シグリード (以下シグリード) は、高度な「信号処理技術」を核とし、LSI (大規模集計回路) に関する研究開発、ならびに、設計を行うファブレス企業である。当社の代表取締役 CEO の江角氏は、大学時代に電気電子工学科に所属し、卒業後は東芝やロームでハードディスク・半導体・信号処理用 LSI 等の開発にたずさわった。そして、その経緯で培った独自技術を応用し、ハードディスクの読み取りに用いる「コントローラ LSI」の開発を行うため、シグリードを創設した。

ハードディスクでは、内部の円盤 (プラッタ) に情報が書き込まれ、保存されている<sup>4</sup>。ただし、プラッタから情報を読み取る場合、通常、読みだした電気信号には多くのノイズとエラーが含まれており、そのままでは保存しておいた情報を十分に再現できない。そのため、ノイズやエラーを除去し、正しい情報を再現するために使われるのが「コントローラ LSI (ハードディスク・コントローラ)」



ハードディスクの内部構造<sup>1</sup>

<sup>4</sup> 株式会社東芝, 「HDD ってなに?」

<http://www.semicon.toshiba.co.jp/product/storage/innovation/hdd/index.html> [2012 年 12 月 20 日確認]

である。「コントローラ LSI」は、ハードディスクに必須の重要部品であり、その市場は全世界に広がっている。

さて、この「コントローラ LSI」の性能は、ハードディスクの性能の差別化に大きく影響する。その核となるのは、「コントローラ LSI」内に埋め込まれた、エラー除去用の高度な信号処理アルゴリズムである。シグリードは、創設時から独自の高性能な「エラー訂正」アルゴリズムを保有しており、東京大学との共同研究を通じてこれを継続的にブラッシュアップしていた。当社は、この強みを活かして高性能な「コントローラ LSI」を開発し、業界への新規参入を果たす予定であった。

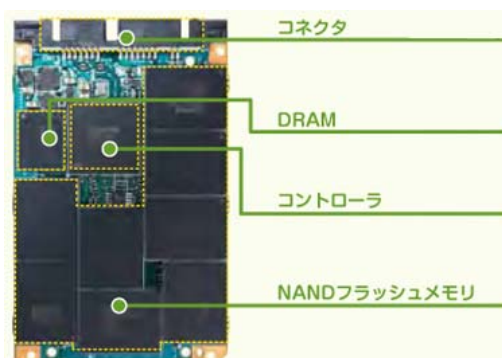
### (3) 戦略的高度化支援事業（サポイン事業）の利用経緯

設立当時、コントローラに関する競合企業は世界で二社しかなく、新規参入の余地は十分にあるものと考えられていた。しかしながら、リーマンショックのあおりを受け、顧客となる「ハードディスク・メーカ」は、世界的に整理・統合され、減少しつつあった。加えて、フラッシュメモリ技術を用いたソリッド・ステート・ディスク(SSD)が新たに出現し、ハードディスク市場自体が衰退期に入ってしまった。この流れは現在も継続しており、当時 6~7 社あったグローバル・メーカは、現在では 3 社が残るのみとなっている<sup>5</sup>。当社が開発したコントローラは国内の大手 LSI メーカーに売れはしたが、当初の構想はなかなか果たせずにいた。

LSI の開発には莫大なコストが必要であり、ひとつの新製品を試作するため、おおよそ 1 億円程度の開発費が必要だと言われている。創業時、当社は複数のベンチャー・キャピタルからの投資を集めて新しい LSI を開発していたが、ハードディスク市場の衰退と顧客メーカの減少という状況の中、その将来に関する決断を迫られる状況となった。

ここで当社が選択したのは、ハードディスク市場から SSD 市場への方向転換であった。SSD では、デジタル情報を保存するため、「円盤」の代わりに「フラッシュメモリ」が用いられている。しかしながら、その他の部分はハードディスクに似ている<sup>6</sup>。実際、SSD においても、読み出された信号にはエラーが混在しており、これを処理するための「コントローラ LSI」が中核的な役割を果たしている。当社が保有する「エラー訂正」の技術は、SSD に流用可能なことは分かっており、加えて、iPhone や iPad の発表に呼応して SSD 市場は急拡大しつつあった。ただひとつ存在する大きな問題点は、新たな LSI の試作に必要な開発資金の調達であった。

このようなタイミングで、同社は、戦略的



SSD の内部構造<sup>3</sup>

<sup>5</sup> 2011 年、サムスン電子（韓国）のハードディスク部門は、シーゲート・テクノロジーに買収された。また、日立傘下の HTSG 社は、2012 年にウェスタン・デジタル社に買収された。現在残っている HDD メーカーは、ウェスタン・デジタル、シーゲート・テクノロジー、東芝ストレージデバイスである。

<sup>6</sup> 株式会社東芝、「SSD ってなに？」 <http://www.semicon.toshiba.co.jp/product/storage/innovation/ssd/index.html> [2012 年 12 月 20 日確認]

基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）の存在を知った。すでに、共同研究でコネクションがあった凸版印刷とアライアンスを組み、無事採択されることになった。

#### (4) 研究開発の経緯

SSD の主要構成要素は三つあり、(a) NAND 型フラッシュメモリ、(b) DRAM、そして、(c) コントローラである。このうち、前者の二つは完全にモジュール化された汎用品であり、これらによって SSD を差別化することは難しい。一方、コントローラの重要性は非常に高く、これが SSD という最終製品の性能を大きく左右する。

NAND 型フラッシュメモリは、原理的に、データの書き込みを行えば行うほどその構造が破壊され、エラーが増えていく。そのため、書き込み回数には上限が設けられている。しかしながら、もしもコントローラの性能が向上し、大量のエラーが混在したデータでも適切に処理することができるようなれば、SSD の寿命自体を延ばすことが可能となる。

また、現在、コストダウンのため、NAND 型フラッシュメモリの記憶容量は大きくなり続けている。しかしながら、記憶容量を増やしていくと、構造上どうしてもノイズやエラーが増えてしまう。そのため、記憶容量拡大への市場からの要望にあわせ、常により高度なエラー処理が求められ続けている。

シグリードがもつ「エラー訂正技術」は、他社のそれと比べ、「非常に高い確率で正しい情報を復元できる事」がその特徴である。SSD における、最も重要にして唯一の差別化要素であるコントローラを、すぐれたエラー訂正技術を用いて設計することができる当社は、大いなる勝算をもってこの事業への参入をはかっているのである。

そのため、サポイン支援における研究開発プロセスにおいても、大きな技術的障壁は存在してはいない。ただし、当社の従業員数は 14 名のみであるため、個々の従業員は常にフル回転で働いてはいるものの、論理回路の設計以外の業務を行う余裕は無い。そのため、凸版印刷とは得意分野を活かした分業を行った： すなわち、(1) LSI の回路設計とシミュレーションをシグリードが、(2) フォトマスク<sup>7</sup>の設計と製作を凸版印刷が行ったのである。

#### (5) 事業化への経緯

SSD コントローラの販路開拓に際し、そのきっかけ作りはそれほど難しくは無い。実際、当社のような高度な「エラー訂正」技術を保有する企業は世界でもきわめて限られている。そのため、SSD メーカー側から、常に当社に問い合わせが来るような状況である。

SSD のメーカーは、サムスン電子、インテル、東芝、マイクロン・テクノロジーなど、基本的にはグローバル企業ばかりである。そのため、ひとたび、コントローラがこのようなメーカーの製品に採用されれば、その売上も非常に大きなものとなる。ただし、前述のように、コントローラは SSD の性能を差別化する重要な LSI であり、その優劣は最終製品メーカーの業績をも左右しかねない。そのため、当社のような新興メーカーが実際の受注に至るまでには、相互の信頼関係の構築を含め、一定の期間が必要となるであろうことが推察される。現在のところ、当社はまだ受注に向けた活動の最中であり、グローバル・メーカーとの

<sup>7</sup> フォトマスクとは、半導体の生産時に用いられるガラス製の乾板であり、ウェハーに転写される電子回路パターンがここに記される。（「LSI の製造工程」, [http://semicon.jeita.or.jp/future/future\\_B04.html](http://semicon.jeita.or.jp/future/future_B04.html)）

ビジネス締結にまでは至っていない。

しかしながら、派生的な成果として、サポイン事業の途中で開発した「検査装置」が、製品化されている。この装置は、与えられたフラッシュメモリに情報を書き込み、再度それを読みだしてどのようなエラーが生じているのかを調べる際に使われる。先述のように、当社のコア・コンピタンスは信号中の「エラー訂正」技術にあり、この装置はその前段で使われる補助的なものである。しかしながら、コントローラの営業活動の際、検査工程を顧客に説明したところ、この装置に興味をもつ顧客が多かったため、その市場性が判明した。この装置は正式に製品化され、すでに販売実績もあがっている。

NAND型フラッシュメモリの需要は、向こう数年間にわたって、毎年150%以上の成長率が予測されている。そのため、フラッシュメモリのエラー特性に関するこの検査装置の需要も、年々増えていくことが期待される。加えて、この検査装置はエラーを発見するのみであり、エラーを訂正する機能は一切持っていない。そのため、この装置自体が、当社への発注の呼び水にもなりうることを期待されている。当社の当面の目標は、グローバル・メーカーからの正式受注であるが、この目標に向け、着実に歩を進めているといえよう。

#### (6) 現在の課題と今後のビジョン

当社には複数のベンチャー・キャピタルが出資しているため、エグジットは株式上場(IPO)かM&Aである。すでに、当社の技術に興味を持つグローバル・メーカーも出てきており、後者の道筋には現実味が出てきている。しかしながら、理想的なエグジットはやはりIPOであろう。コントローラLSIの開発には何よりも資金力を要するため、今後、企業として成長を続けていくためにも、直接金融市場からの資金調達がのぞましい。2015年ごろのIPOを目指し、当社は研究開発と営業活動を続けている最中である。

#### (7) まとめ

当社が保有する「エラー訂正」技術には汎用性があり、無線通信などにも応用ができる。そのため、サポイン支援を受ける前から、当社はエラー訂正に関するソリューションや、専用回路のライセンス販売を行ってきた。また、上述のように、現在はこの技術をベースに、SSD用コントロールLSIの開発にも成功し、グローバル・メーカーを対象とする営業フェーズに入っている。当社の今後の展開は非常に楽しみだといえよう。

当社の事業モデルは、今後の日本のモノづくり企業がとるべき一つの指針を示しているように思われる。大量生産は海外メーカーに任せ、また、その基礎となるフォトマスクの設計製造も国内他社に一任し、少数精鋭の従業員らが、最も付加価値の高い「エラー訂正アルゴリズム」のブラッシュアップ、ならびに、回路設計に特化した活動を行っている。換言すれば、モジュール化されたSSDの開発・製造工程において、スマイルカーブの最も高い部分のみにリソースを集中しており、日本企業がこれまで苦手だといわれてきた「グローバル経済下の事業戦略」という意味でも、非常に優れているといえよう。近い将来、当社製のコントローラを乗せたSSDの販売が実現することを祈るとともに、そのIPOは、国内製造業が、新たな形の国際競争力を体現しはじめたことを示唆する格好の事例となり、非常に重要な意味を持っているものと考えられる。

3D 可視化技術と高度な数理的アルゴリズムの融合。 世界初の商用 3 次元人工関節手術支援ソフトウェアにより、手術成功率の向上と患者の QOL 向上に貢献。

## (1) 企業概要

会社名	株式会社レキシシー	代表者氏名	清徳則雄
資本金	1,000 万円	従業員数	21 名
設立	1988 年	年商	2 億 5 千万円
事業内容	(1) 医療およびバイオ用ソフトウェアおよびハードウェアの開発・輸入・販売 (2) エンジニアリングおよびビジネス分野のシステム開発		
企業理念	1. 人格の陶冶と社員相互の人格の尊敬, 2. 社会への貢献, 3. 公正かつ適正な利潤の追求, 4. 社員の幸福の追求, 5. 利益の分配		
取材年月日	2012 年 9 月 14 日	対応者	代表取締役 清徳則雄 営業グループリーダー 浦野哲朗
沿革	<p>1988 年 7 月 株式会社レキシシーデータ設立。CG 用ハードウェアの設計・開発、科学技術シミュレーションや可視化を中心とした CG や VR (仮想現実) 関係のソフトウェア開発を行う。</p> <p>1998 年 10 月 ソフトウェア開発に専念。</p> <p>2000 年 11 月 3 次元立体構築ソフトウェア ZedView の研究開発を開始。</p> <p>2001 年 9 月 ZedView Ver. 1 販売開始。</p> <p>2003 年 7 月 経済産業省の補助金により、ZedView の機能強化および 3 次元 STL 編集ソフトウェア zvWorks3D の開発を開始。</p> <p>2004 年 4 月 ZedView Ver. 3 販売開始。zvWorks3D 販売開始。</p> <p>2004 年 5 月 新潟医療センター・新潟大学と共同で、KneeCAS (人工膝関節・股関節 置換術支援システム) の研究開発を開始。</p> <p>2005 年 3 月 米国 AAOS (American Academy of Orthopaedic Surgeons) にて、KneeCAS による下肢 3D アライメントと術前計画の論文を発表 (新潟医療センター 佐藤卓医師、以下も同様)。</p> <p>2005 年 10 月 第 32 回臨床バイオメカニクス学会・第 32 回股関節学会にて KneeCAS/HipCAS の学会発表。一部販売開始。</p> <p>2006 年 2 月 第 37 回人工関節学会にて KneeCAS による新しい膝手術計画・手術方式の学会発表。KneeCAS 販売開始。</p> <p>2006 年 11 月 KneeCAS/HipCAS 改良の為、戦略的基盤技術高度化支援 (サポイン支援) を得る。</p> <p>2007 年 2 月 第 38 回人工関節学会にて、KneeCAS によるナビゲーション・システム不用の人工膝関節手術計画・手術方式を発表。</p> <p>2007 年 2 月 米国 AAOS にて、KneeCAS による東洋人の人工膝関節の適合性に関する学会発表。</p>		



2008年2月	人工関節学会で、連携ジグを用いた高精度で使いやすい人工膝関節手術支援システムを発表。販売開始。
2008年3月	米国 AAOS に、人工膝関節手術支援システムを出展。
2009年2月	人工関節学会にて、人工股関節手術計画ソフトウェア ZedHip を発売開始。
2009年11月	人工股関節の臼蓋カップを高精度で設置する為に、ZedHip を用いた使い易い連携ジグ HIP COMPASS を新潟大学と開発開始（ものづくり中小企業製品開発等支援補助金）。
2010年4月	脊椎ペディクル・スクリュー刺入の為に術前計画ソフトウェア VEGA を北海道大学等と開発開始。
2011年1月	新連携支援事業にて、人工膝関節および股関節の連携ジグを連携企業2社と共同研究開発開始。
2011年11月	VEGA の発売開始。
2012年12月	人工股関節学会にて、ZedHip および臼蓋カップ設置用の連携ジグ HIP COMPASS による高精度で使いやすい人工股関節手術支援システムを発表、販売開始。
2013年1月	新連携支援事業の人工膝関節用連携ジグ JIGEN-II と ZedKnee/JIGEN ソフトウェアによる人工膝関節手術支援システムの販売を開始。

## (2) メインとなる事業内容と保有技術

株式会社レキシー（以下レキシー）は、三次元画像処理を得意とするソフトウェア開発会社である。代表取締役の清徳則雄氏は、独立前に CAD・CAM・CAE 等の関連業務を行っており、その経験とスキルを活かせる企業として同社は設立された。

よく知られているように、ソフトウェア開発には大きく分けて二つの業態がある。ひとつは、顧客や元請け企業の要望にあわせた「受託開発」であり、もうひとつは、独自に企画した自社製品の開発（パッケージ開発）である。前者は「受注生産の一品モノ」、後者は「量販を意図した製品」であり、ビジネスとして急成長する可能性があるのは後者である。しかしながら、独自のパッケージ製品を開発するためには、「マーケットリサーチ」・「製品企画」・「設計／デザイン」・「開発」・「販売」など、多面的な組織能力の蓄積が前提となる。そのため、他のソフトウェア開発会社と同様、同社もまずは受託開発を主におこない、あわせて、各種ハードウェア（太陽熱温水器など）やソフトウェアの輸入・販売業務を行っていた。そして、設立後 10 年が経過したころから、ソフトウェア開発に専念する方針に切り替え、受託開発とともに自社製品の開発を行う業態へとシフトしていった。

医療業界向けの初の自社製品 ZedView は 2000 年に販売が開始され、2003 年には「創造技術研究開発事業<sup>8</sup>」（経済産業省）による補助金を得て、大幅な機能強化が行われた。医療現場では、MRI・CT スキャン・レントゲン等による二次元画像がしばしば用いられる。

<sup>8</sup> 平成 15 年度 創造技術研究開発事業 採択プロジェクト、「低価格の医療用ラピッドプロトタイピング・システムに関する研究開発」, [http://www.kyushu.meti.go.jp/seisaku/gijyutu/hojokin/15sozo\\_japan.pdf](http://www.kyushu.meti.go.jp/seisaku/gijyutu/hojokin/15sozo_japan.pdf), (2012 年 12 月 17 日確認)。

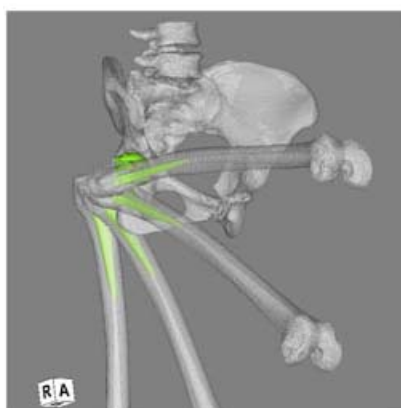
ZedView は、何百枚もの二次元画像をベースに、骨格や筋肉の 3 次元モデルを構築し、これを可視化したり計測することができるソフトウェアである。同社のコア技術が遺憾なく発揮された ZedView は販売面でも成功し、医療現場における同社の認知度を高める結果となった。

### (3) 戦略的高度化支援事業（サポイン事業）の利用経緯

2003 年ごろ、ZedView をきっかけとして、新潟医療センター（旧、新潟こばり病院）の古賀良生医師から同社に問い合わせがあった。古賀医師は、人工膝関節の手術で高名な整形外科医であり、かねてより考えていた新しい手術計画の手法を、同社の技術を用いて実現したいと考えたのである。

高齢化とともに、人間の膝関節や股関節の軟骨はすり減っていき、いずれは関節症を引き起こす。そして、その治療のためには、人工関節の設置がもっとも安定的だといわれている。さて、人工関節は、人間の骨や関節を完全に切り取ってから設置されるため、設置の「位置」に関する精度がきわめて重要であり、術前にできるだけ精密な計画を立てることがのぞましい。一方、当時の典型的な手法は、「レントゲン写真に人工関節の型紙を押し当て、見比べながら切除範囲を決める」というものであり、精度の向上には限界があった。手術の成否は、個々の医師の「経験」や「ノウハウ」といった、きわめて属人的な資質にゆだねられていたのである。

古賀医師の構想は、レキシの保有技術を活かし、三次元的な可視化手法による精密な術前計画を立てることにあつた。具体的には、(1) 手術部位に関する数百枚の CT 画像や MRI 画像を撮り、(2) これらをベースに、コンピュータ内に三次元的な立体骨格モデルを構築し、「関節の動き」に関する綿密なシミュレーションを行う、というものである。一口に人工関節といっても国内外に多数のメーカーが存在し、形状やサイズにも特徴がある。そのため、どの部位をどのように切り取り、どのメーカーのどの人工関節を採用するかによって、術後の関節の動きも異なってくる。場合によっては、設置した人工関節と骨とがぶつかりあってしまうような可能性や、重心のズレによって下肢のバランスが崩れてしまう可能性があるため、3 次元的な可視化にもとづくシミュレーションは極めて有効である。



手術後の可動域のシミュレーション



術前計画に必要な 3 次元パラメータの可視化



2004年当初は、膝関節の専用ソフトウェア KneeCas が開発されていたが、その後、股関節用の HipCas も開発がはじまった。そして、これらのソフトウェアは、2006年に採択された戦略的高度化支援事業<sup>9</sup>（サポイン事業）において大幅に機能強化されることとなった。サポインにおいても、古賀医師の人脈を核とするアライアンスが組まれており、レキシシーの清徳社長が総括研究代表者、古賀医師が副総括研究代表者となり、新潟大学と民間企業も参加しながら研究開発が進められた。

#### (4) 研究開発の経緯

サポインにおける研究開発プロセスにおいては、同社が蓄積した技術力に加え、病院・民間企業・大学工学部・保健学科等を巻き込んだアライアンスのメリットが活かされている。古賀医師はリーダーシップと一種のカリスマ性を備えたアイデアマンであり、臨床現場に役立つであろう様々なアイデアを惜しみなく披露した。また、レキシシーが担当した三次元骨格モデルの精度については、三次元実測データとの比較・検証が行われた。あわせて、プロトタイプ・ソフトウェアの臨床での試行も並行して行われ、現場からのフィードバックを得ながら開発はおおむね順調に推移した。加えて、現場の医師にとって使いやすいユーザー・インターフェイスの研究も並行して行われ、技術シーズ、現場のニーズ、そして、実証データによるフィードバックを反映した先進的なソフトウェアが開発されたのである。

同社が保有する高度な数理解理能力は、例えば、異なる骨（大腿骨と骨盤など）を判別するための独自のアルゴリズムにも反映されている。このアルゴリズムでは、あらかじめ用意された骨の形状に関する「テンプレート」を参照し、似たような形の骨を判別しているわけではない。かわりに、個々の骨の形状を3次元的に探索し、判別を行う数理的なアルゴリズムが採用されている。

なお、サポインにおける難点のひとつとして、「実質期間の短い初年度に、大きな金額を使わなくてはならない事」を清徳社長は挙げている。ソフトウェア開発においては、高価な専用機器の購入は通常必要がなく、そのほとんどが人件費である。短い期間で大量の人件費を消化することはあまり現実的ではないため、柔軟な資金配分は、本制度の今後の課題といえよう。

#### (5) 事業化への経緯

こうして2006年から2008年にかけて「膝関節」や「股関節」用の術前計画用のソフトウェアが開発されたが、その販売はあまり芳しくなかった。その理由は、販売価格が高すぎたことにある。ソフトウェアと撮像用ハードウェアとのセット販売を試みたが、顧客となる病院の部局からすれば、数百万円規模での決済は容易ではなかったのである。

そこで、2009年には、戦略を変更してソフトウェア単体でも使えるようなシステムとして設計段階から見直すこととして、GUI（Graphical User Interface）も医師が容易に使えるようなものとした。また、販売価格をそれまでの十分の一以下にまで下げた。これによ

<sup>9</sup> 研究開発成果等報告書、「人工膝・股関節のロボット手術管理における、CTおよびMRI画像を用いた3次元モデル構成技術および高速イメージ・マッチング技術の開発」，（平成21年3月），  
<http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/portal/seika/2006/18-23-1-3.pdf>

って、非常に使い易くて、しかも単一部局で決済ができるリーズナブルな価格となり、購入への障壁は格段に低くなった。あわせて、新潟医療センターや新潟大学における同ソフトウェアを用いた臨床結果は非常に素晴らしく、ほとんどの患者が手術後にすぐ退院できるなど、劇的な効果をあげていた。このような実績も後押しし、本ソフトウェアの売上は伸びた。当初は、関西地方を中心に販路が広がり、その後、関東や九州、そして、北海道へと拡販していった。現在は、東北地方での販売もはじまり、同社の営業担当者は、2012年に一名から二名へと増員された。

#### 【レキシの代表的なソフトウェア】

製品名	適応部位	術前計画	術中支援	術後評価
ZedHip（人工股関節用ソフトウェア）	股関節	対応	—	対応
ZedKnee（人工膝関節用ソフトウェア）	膝関節	対応	—	対応
JIGEN（〃ソフトウェアと連携治具）	膝関節	対応	対応	対応
VEGA（脊椎手術用ソフトウェア）	脊椎	対応	—	—

#### (6) 現在の課題と今後のビジョン

本ソフトウェアは、現在、15名程度のシステムエンジニアが開発にかかわっており、現状、ソフトウェア事業単体では黒字とはなっていない。ただし、「3Dプリンタによる医療用模型の作成」、あるいは、「運動解析サービス」といった医療関係の周辺事業、ならびに、情報システムの受託開発事業を並行して行っており、全社的にはつじつまのあう事業構造となっている。なお、現在、医療用ソフトウェアの売上は順調に伸びているため、むこう1年半ほどで、ソフトウェア事業単体でも黒字化ができる見込みである。

同社は、2010年より膝関節、股関節に続く第三の柱として、脊椎の手術に関するソフトウェア（VEGA）の開発を開始、2011年11月から発売を開始している。また、2011年には「新事業活動促進支援<sup>10</sup>」（新連携支援）の認定を受け、継続的なシステムのブラッシュアップを実施している。現在の関節手術用ソフトウェアでシミュレーションを行う際には、モデリングした骨格に対し、基準となる座標軸をユーザが手動で設定する必要があるが、このような手作業を不要とし、ほぼ全自動でモデリングやシミュレーションが行えるよう、抜本的な改革へ向けた技術開発も進行中である。

今後、同社は、海外展開を考えており、そのために、ISO13485の取得へ向けた取り組みを行っている最中である。現在、日本における医療用ソフトウェアはまだ薬事法の対象となっていないが、海外ではクラスIかクラスIIの対応が必要となる。そのため、米国FDAでの認可、ならびに、欧州CEマークの取得に向け、品質保証やリスクマネジメントの専任人材を増員し、全社的な体制を整えつつある。

#### (7) まとめ

古賀医師との出会いの時期から数えれば、同社の手術ナビゲーション用ソフトウェアに

<sup>10</sup> 「人工関節手術への3次元個別手術計画支援システムの事業化」, (2011年2月8日), [http://j-net21.smri.go.jp/expand/shinrenkei/ninteikeikaku/pdf/3kanto/tokyo110208\\_03.pdf](http://j-net21.smri.go.jp/expand/shinrenkei/ninteikeikaku/pdf/3kanto/tokyo110208_03.pdf) [2012年12月19日確認].

は、足掛け10年ほどの開発期間が費やされている。しかしながら、その成果は順調に結実しつつある。成功要因としてまず挙げられるのは、医師にとって本当に必要なソフトウェアを、「精度」・「ユーザビリティ」、双方の側面で、実証しながら開発を行ってきたことが挙げられよう。古賀医師を中心に、ソフトウェア開発会社、治具の開発会社、病院、工学部、保健学科など、種々のスキルセットをもった組織と人々が参集し、現場からのフィードバックを得ながら開発を進めたため、市場にとって受け入れられやすい、質の高いソフトウェアが実現されたのだと考えられる。

また、清徳社長は、もうひとつの要因として「ソフトウェアに対するリスペクトをもった人々が集まったのが良かった」と語っている。一般に、米国などとは異なり、日本におけるソフトウェア・エンジニアリングに対する評価はそれほど高くはない。しかしながら、本件の場合、レキシーの可視化技術に魅せられた古賀医師がまず構想をもちかけて開発がはじまり、その後、開発されたソフトウェアの価値を認めた治具メーカーや業者が、今度は、脊椎に対する共同開発を提案する、といった正のスパイラルが構築されている。これを、「医工産連携がうまくいったのだ」、と一言で片付けてしまうのは簡単だが、その根底には、関わった人々を大切にし、フレンドリーな雰囲気ですり強く事業を進める清徳社長のパーソナリティも、大きく関与しているのではないかと考えられる。

いずれにせよ、同社の3次元支援手術ナビゲーション用ソフトウェアには、現在のところ、世界をみまわしてもまだ確たる競合は存在していない。現在のペースでたゆまず研究開発を継続し、薬事対応を実施していけば、世界的なソフトウェア企業へと成長していくであろうことが期待される。

画像・解析・連携ネットワークで地域医療に新しい価値を創造する。

### (1) 企業概要

会社名	株式会社アールテック	代表者氏名	小杉隆司
資本金	1,000 万円	従業員数	5 名
設立	1998 年 2 月	年商	12,000 万円
事業内容	医療分野向け技術開発、製造分野向け技術開発		
企業理念	スピード&パワー 少数精鋭で高度な解析技術を駆使したソリューションを提供する		
取材年月日	2012 年 12 月 4 日	対応者	代表取締役 小杉隆司
沿革	<p>1998 年 静岡県インキュベーションセンターにて創業 医療分野向けシステム開発受託事業を開始</p> <p>2000 年 テクノフロンティア浜松に移転 粉体積層型 RP 造形機導入 (財)しずおか産業創造機構理事長表彰</p> <p>2002 年 三遠南信地域産業クラスター事業として、浜松医大との 共同研究を実施</p> <p>2004 年 浜松商工会議所会頭賞(優秀経営賞)受賞</p> <p>2005 年 異分野新連携事業計画の認定</p> <p>2006 年 ヒト器官模型 浜松商工会議所浜松地域ブランド認定</p> <p>2007 年 浜松市オプトロニクスクラスター創成事業として、浜松 医大と産学連携</p> <p>2009 年 サポイン事業認定「デジタルプロセスによる高機能部品 製作技術の研究開発」</p> <p>2011 年 静岡県科学技術振興功労表彰</p>		

### (2) 事業内容と保有技術

創業者でもある現経営者は、大手輸送機器メーカーのエンジニアとして数々の新規事業を手掛けてきた経歴を持つ。その一つが国際ヨットレースに参加する日本チームに対するサポートとマネジメントであった。レース艇に関しての様々なデータ解析とそのフィードバックが大きな役割であり、その経験で培われた解析などのデータ活用およびその可視化技術などが当社固有技術のベースとなっている。この大手メーカーをスピンアウトして創業したときの経営者の思いは、「輸送機器メーカーでは踏み込むことが出来なかった人間の身体に直接関与する領域で自分の技術を生かしたい」というものであった。様々な画像データが機器メーカーごとの仕様で個別に用いられていた医療現場において、それらを一

元管理し、病院内の部門間連携や病院・診療所連携など「地域医療の効率化・高度化」という課題に自身の持つ技術を活かしていく事が創業の趣旨だったのである。よって当社は、創業から現在まで一貫して医療現場とその周辺を事業領域としており、医療用画像を中心とした医療連携支援システムの確立による地域医療の充実、最新の医療シミュレーションに係る研究開発による学術貢献等が主たる事業活動となっている。現在の医療分野向け事業内容は、主として次の4つの製品で構成される。

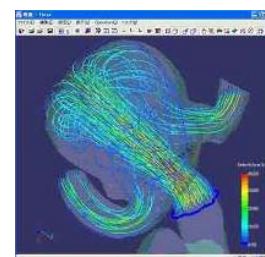
- ① **RPMed**：医療用検査機器から取得した断層画像データを処理し、3Dモデルを作るとともに、医療用模型（医療訓練用、検査機器キャリブレーション用などの血管・骨モデル）製作サービス。



RPMed 血管モデル

- ② **MCNet**：各種医療用検査機器の画像データをデータベースとして一元管理し、LANを通じて組織横断的に共有・活用するためのシステム。
- ③ **MPM**：病院内検査部門の業務プロセス管理と、指示書・報告書作成機能などを提供する業務支援システム。

- ④ **Flova**：CTやMRIなどの医療用検査機器から取得したデータを解析し、血管形状を3Dモデリングする。さらに、動脈瘤などの処置方法の検討や評価等をするため、作成した3Dモデルを用いて内部の血流をシミュレートし、可視化する機能を持つ解析システム。解析精度の検証については、権威ある欧米の学会に論文承認されることで保証となっており、海外顧客への納入実績も出来るなど、競争力のある製品となっている。



Flova 血流解析可視化画像

以上4つの事業に共通するコア技術は、「画像認識・処理・解析」、「ビジュアル化」と「インターフェース」、「ネットワーク通信」等に係るソフトウェア開発技術である。ソフトウェア製品についてはシステム販売と保守契約を併せたビジネスを行っており、その点ではシステムベンダー的な事業形態ということもできる。ターゲット市場は、大学病院をはじめ、中規模(200~300病床)~大規模(500床以上)の病院である。

①のRP事業には製造業的な側面もある。作成した3Dモデルから模型を作るには、先進的な粉体積層型RP(Rapid Prototyping)造形システム(3Dプリンタ)を使用する方法を中心に、真空注型やマシニングセンターによる切削など様々な加工法が用いられている。本事業では、歯科口腔外科や整形外科などいろいろな診療科から依頼を受け、骨や血管などのヒト器官模型を作製している。ベースとなっている工業製造分野向けの技術は、工業デザイン製品の開発・設計~試作に係る3次元CADシステムによるモデリングから、RPによる試作部品作成、流れの可視化モデルや鋳造試作品の製作など、製造業向けビジネスからの派生技術とも言える。

### (3) 現在の事業環境について

創業してから数年間は、診療所向けのシステム開発や医療分野・工業製造分野向けのモデル作成といった、比較的小規模な仕事で実績を積み上げてきた。それらの実績とその間の開発成果により、2007年頃から本来のターゲットである中～大規模病院とのビジネスが成約できるようになってきている。一方、創業時より続けてきた工業製造分野向けの試作部品製作の仕事は、リーマンショックによって半分以上に激減した。しかしながら、もともと製造業向けの仕事は低価格受注になりがちなため割合としては小さく、業績に対する影響は限定的である。

医療分野での仕事が軌道に乗ってきたこともあって、それ以降、工業製造分野向けには積極的な営業活動を行っておらず、今後も医療分野を中心とした事業運営を続けていく予定である。とりわけ解析系の製品に関しては、技術水準も高く、独自性のある商品が開発出来ているため、今後は事業の柱として、他の診療科にも展開できるような製品開発を予定している。

### (4) 戦略的高度化支援事業（サポイン事業）の利用経緯

MRI や CT といった大型で高価な医療用検査機器は、精度を保証するための撮影条件設定に技術的な課題があった。質量計(はかり)のような公的機関による検定制度はなく、メーカーごとに違う複雑な設定によって精度が確保され、特に昨今では、撮影装置の多機能・高性能化が進んでいる。例えば、X線CT装置では128列や256列の走査ビーム列によって撮影領域の拡大と高速撮影が可能となり、MRI(核磁気共鳴)装置では磁束密度が1.5Tや3Tとなって解像度の向上と高速撮影が実現されている。このような高性能機による撮影画像の精度保証や信頼性の確保のためには、従来の計測基準であるファントム(被写体模型)では対応しきれないため、より人体の構造や特性に近いファントムの開発が求められていた。

また、工業製造分野の主要顧客であった自動車業界からは、RPによる試作部品に対してさらなる短納期化と、耐熱・耐油性能の付加という課題を与えられていた。

このようなニーズを満たすためには、当社のRP技術をより高度化し、プロセス面と材料面という二方面からの研究開発が必要である。そのような開発には一定のコストがかかるため、支援機関からのアドバイスも受け、サポイン事業を利用して取り組むこととなった。

### (5) 研究開発の経緯

研究開発テーマは「デジタルプロセスによる高機能部品製作技術の研究開発」で、当社のコア技術の一つである画像処理の活用法として、3次元モデリングから機能性商品開発までを行い、コア技術にさらなる磨きをかけようというものである。

本研究開発の目的は大きく2つあった。ひとつは自動車エンジンの主要部品である吸排気ポート部品やケース部品などの試作期間を大幅に短縮して、設計変更を実機にて検証しながら、設計品質の向上と製造品質の安定化に繋げることである。具体的には、吸排気ポート部品やケース部品用として、耐熱性と耐油性のある成形試作品の製作技術を開発した。また、もう一方は、医療機器分野での撮影装置の多機能・高性能化に対応した撮影画像の精度保証や信頼性の確保を実現することである。そのために従来の計測基準であるファン



トムとは異なる、人体の構造や特性に近いファントムの開発を行った。本研究開発では、これらを、3次元デジタルデータにもとづく RP 造形を適用したプラスチック成形加工技術によって実現した。

当社は事業管理機関として本研究開発を総括した。実際の開発業務は、樹脂の機能に依存する部分については樹脂メーカーに再委託する形となったが、それ以外の研究開発は当社が行ったものである。

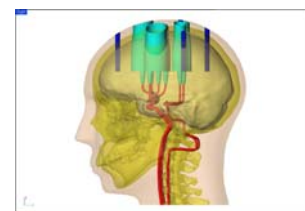
研究の目標は、自動車部品向け技術開発において 3次元モデリング技術を確立するとともに、約 1,000℃の高温下での耐熱強度と耐油性をもつ部品製作を可能にすることである。さらに、医療機器向け技術開発において、解像度や被写体の再現度あるいは出力信号強度の信頼性をもつヒトの骨格、血管および実質などの構造を再現するファントムの製作を可能にすることに置いた。

当社では、まず本事業のために取得した装置類の改良を行った。実施したのは、CADでの自由曲面創成の技術開発、画像マッピング機能の技術開発、大容量データへの対応技術開発、撮影装置による 3次元計測機能の技術開発、などの 3次元モデリングに関する技術開発と、それに対応する RP 装置の改良と性能検証である。造形技術が整った後、耐熱性・耐油性部品の技術開発を行った。セラミック材料とバインダーを粉末 RP で成型し、その材料および製品形状に最適な焼成条件の作りこみを行った。

このようにしてこれまでに蓄積された RP 造形技術を活用すると同時に、RP 造形品の熱処理加工法を確立した結果、1,000℃以上の耐熱性を持ち、強度を確保できる RP 造形品の製作に成功し、今後の自動車部品を中心とした部品製作の展開が可能になった。

医療用ファントムに関しては、RP 材料の選定や注型材料の評価を行い、ヒトの構造を反映した異質材料で構成された複雑形状モデルの製作技術を確立した。実際の開発は、①ファントム材料（脳、骨、血管、皮など組織ごとの材料）の選定、②血管および骨部の製作、③脳実質部の製作、④頭皮部の製作、⑤注型・組立作業、といったプロセスで実施された。

これらの開発を通して、医療撮影画像にもとづく 3次元モデルの RP 造形品を利用し、医療画像撮影装置向けのファントムを製作する技術、および人体の構造を反映した異質材料で構成された複雑形状モデルの製作技術を確立することができた。



頭部 CT ファントム

## (6) 事業化への経緯

当事業の終了年次は、当社が医療分野へ経営資源を集中させることを決断した時期であった。そのため、当事業において確立された技術のうち、耐熱・耐油性製品については、事業環境の悪さもあって事業化に向けた行動はとられていない。反面、医療機器用ファントムはユーザーニーズが明確であったことから、比較的早期に販売実績を上げることが出来た。3Dモデリングや RP 装置の運用技術についても、当事業から得た知見は確実に当社の事業活動に貢献しているといえる。

**(7) まとめ**

当社は、参入が難しいイメージがある医療業界に、巧みな戦略で市場を得た。医療機器業界や病院の各部門、地域の各医療機関などが、それぞれ既存の枠組みに捉われがちになっている点に着目し、「新参者＝中立的」というポジションを武器にして新しい付加価値を生み出した。技術的な強みの獲得に注力し、大学の知見や支援施策を積極的に活用してきたことも、この強みを補強しているといえる。



理研の研究成果、ならびに、民間企業とのネットワークを活用。先端的な CAE ソフトウェアによる新市場の創出を目指す。

### (1) 企業概要

会社名	株式会社トライアルパーク	代表者氏名	鈴木 正敏
資本金	20,000 千円	従業員数	11 名
設立	2007 年 1 月	年商	7,700 万円
事業内容	ネットワークを利用したものづくり仮想試作支援サービスの提供： (1) 受託解析サービス、 (2) ソフトウェア利用サービス、 (3) 教育研修サービス、 (4) コンサルティング・サービス		
企業理念	私たちは、お客様と共に「新たなものづくり」に挑戦し、新たなソリューションを創造します。		
取材年月日	2012 年 9 月 21 日	対応者	代表取締役社長 鈴木 正敏 取締役 須長 秀行
沿革	2007 年 株式会社トライアルパーク設立 2009 年 戦略的基盤技術高度化支援事業『革新的デジタルプレス加工技術による精密厚鋼板成形システムの開発』採択 2010 年 戦略的基盤技術高度化支援事業『超高強度鋼板対応型複合プレス成形加工プロセスの構築』採択 2011 年 「第 24 回 中小企業 優秀新技術・新製品賞」において、ソフトウェア部門で『奨励賞』、『産学連携賞』を受賞		

### (2) 事業内容と設立経緯

株式会社トライアルパークは、独立行政法人 理化学研究所（理研）発のベンチャー企業である。弾塑性に関する高度な 3 次元シミュレーション技術をベースに、CAE<sup>11</sup>ソフトウェアの開発や受託解析を行っている。

当社が保有する技術の基盤は、2001 年から 2010 年まで行われた理研のプロジェクト、「VCAD<sup>12</sup>システム研究プログラム」(VCAD プログラム)の中で開発された。主として、物体の「表面」形状をとりあつかう従来型の CAD とは異なり、VCAD では、物体の内部構造や欠陥までもを含め、包括的に取り扱うことが可能である。加えて、「設計」・「計測」・「モデリング」・「シミュレーション」・「可視化」といった一連のプロセスが含まれ、旧来の CAD よりも広い統合的なフレームワークとなっている。今日、CAD が用いられる分野は、機械、建築、電気、半導体など多岐にわたるが、VCAD プログラムでは当初から「ものづくりの支援」<sup>13</sup> が掲げられ、社会へのフィードバックが意識されていた。「加工応用チーム」・「加工成形シミュレーションチーム」など、合計 7 つの研究チームにのべ 144 名の人員が参加

<sup>11</sup> 「CAE」とは、Computer Aided Engineering の略であり、工業製品の設計工程や開発工程を支援するコンピュータシステムのことである。

<sup>12</sup> 「VCAD」とは、「ボリューム CAD」の略称である。

<sup>13</sup> 物体の内部構造を取り扱える利点を活かし、生物や医療への応用研究もおこなわれていた。

し、10年間にわたるプロジェクトの成果は、47本の研究用ソフトウェアに結実された<sup>14</sup>。

ただし、これらのソフトウェアは、あくまでも高度な専門知識と技術をもった研究者向けのものであり、現場におけるエンドユーザ向けのものではない。理研のプロジェクトゆえ、その内容は「高度な分析」や「シミュレーション」のコア領域に集中しており「使いやすさ」への配慮は十分とはいえなかった。そのため、これらの研究用ソフトウェアを、一般に市販されているソフトウェア類と同等な使いやすさに仕上げていくためには、VCADプログラムと同等な規模の大きな予算が必要となる。

そこで、まずは、「弾塑性工学」<sup>15</sup>に関連する機能にターゲットを絞り込み、市販用ソフトウェアの開発を目指したのが当社である。具体的には、「プレス加工」・「鍛造」・「強度検査」について、先行する競合製品では扱えないような、非常に大きな変形のシミュレーションができるソフトウェアを目指し、開発は進められた。そのキーとなっているのは、「静的陽解法」と呼ばれる理研独自のアルゴリズムである。

### (3) 保有技術

一般に、物体の変形をシミュレーションする際、あたえられた初期の状態から出発し、そこから将来へ向けた数値計算を行う。物理的な力のつり合いなどを考慮しながら、1ステップずつ小刻みに計算を行っていくが、その際、大きく分けて3つの計算アルゴリズムが存在する。すなわち、(1)「動的陽解法」、(2)「静的陽解法」、(3)「静的陰解法」である。各アルゴリズムの特徴を、表Iに示す。

表I: 時間発展のための数値計算アルゴリズムの特徴

	アルゴリズム	メリット	デメリット
(1)	動的陽解法	計算が速い。大きな変形が生じなければ、計算精度も高い。また、計算が途中で止まることは無い。	物体が大きく変形する場合には、著しく精度が落ちる場合があり、適さない。
(2)	静的陽解法	計算精度が高く、物体の大きな変形でも、正確に取り扱うことができる。 静的陰解法よりは計算がはるかに早い。 計算が途中で止まることは無い。	動的陽解法に比べると、計算時間は非常に長い。
(3)	静的陰解法	計算精度が高い。	計算には非常に時間がかかる。物体が大きく変形する場合、計算が途中で止まってしまう事がある。

動的陽解法は計算が速く、多くの外国産ソフトウェアで使われている。ただし、金属が大きく変形し、しわが入ってしまうような現象を取り扱う事はできない。一方、(3)の「静的陰解法」は、きわめて正確であり、精度をとことん追求するには良い計算方法である。実際、形がもとに戻る弾性的な変形の場合には、この計算方法が主流である。しかしなが

<sup>14</sup> これらのプログラムは現在、公開されている：「公開ソフトウェア (VCAD システム研究プログラム)」, [http://vcad-hpsv.riken.jp/ip/release\\_software/](http://vcad-hpsv.riken.jp/ip/release_software/), (2013年1月7日確認)。

<sup>15</sup> 弾塑性工学とは、金属などの材料に強い力をかけたのち、それが元に戻る性質（弾性）と、元に戻らずに潰れてしまう性質（塑性）を扱う学問領域である。

ら、形が大きく変わってしまう塑性変形の場合、しばしば計算が収束せず、シミュレーションが実行できなくなってしまう。これに対し、当社が用いる(2)の「静的陽解法」は、(1)と(3)の中間的な位置に存在し、計算精度とスピードのバランスが取れた手法である。本手法は、(1)に比べると計算時間はかかるものの、精度が高く、大規模変形時でも正確なシミュレーションが可能である。また、(3)の手法よりも計算時間が短く、途中で計算が止まってしまうことがない。この「静的陽解法」は理研で磨きあげられた独自性の高い計算手法であり、理研からソフトウェア・ライセンスを受けて、当社は事業を行っている。

#### (4) 戦略的高度化支援事業（サポイン事業）の利用経緯

2007年に設立された当社は、当初、主として受託解析事業を行っていた。市販用ソフトウェアの開発には数年単位の期間が必要であったため、まずは、研究用ソフトウェアを用いた高度な受託解析を主たる事業としたのである。

VCAD プログラムでは、もともと、民間と合同の研究会組織「VCAD システム研究会」(VCAD 研究会)が作られていた。民間のソフトウェアベンダ、計測器メーカ、自動車メーカなど二十数社が参加し、理研の研究者との意見交換を行うことによって、「市場ニーズの把握」、ならびに、「民間へのナレッジ移転」が試みられていたのである。民間企業においては、新しい材料や工法にトライする場合、当社の技術を用いれば、事前に精確なシミュレーションを行うことが可能となる。そのため、このVCAD研究会での民間企業とのつながりを通じ、当社は解析業務を受託していたのである。

一方、市販用ソフトウェアの開発は粛々と続けられていたが、2008年ごろ、金属プレス工業会より、当社にサポイン事業への参加依頼があった。同会は、金属プレス工業の高度化や品質向上に関する施策を推進する機関であり、その一環として「金属プレス製品の生産技術に係る研究」も行ってきている。具体的には、ニーズをもった加盟企業の声をもとに、大学や高度な生産技術をもった他の企業とのマッチングを行っており、サポイン事業においても「事業機関」として主導的なポジションで参画している。金属プレス工業会からの誘いは、トライアルパークにとっても、保有技術をさらに高度化していく上で大きなメリットがあった。このサポイン事業(『革新的デジタルプレス加工技術による精密厚鋼板成形システムの開発』)は、2009年に採択された<sup>16</sup>。

#### (5) 研究開発の経緯

当社が扱っているような高度な数理的手法を含むソフトウェアでは、通常ソフトウェアや情報システムと比べると、開発者の確保が非常に困難である。実際、設計やプログラミングといった基本的なスキルに加え、高度な数理的手法を会得した人材<sup>17</sup>が必要となるからである。そのため、このようなソフトウェアにおいては、多数のエンジニアによる分業型体制をとることは容易ではなく、少人数での開発が基本となる。

<sup>16</sup> 翌2010年にも、金属プレス工業会が主導し、当社が参加した『超高強度鋼板対応型複合プレス成形加工プロセスの構築』が採択されている。

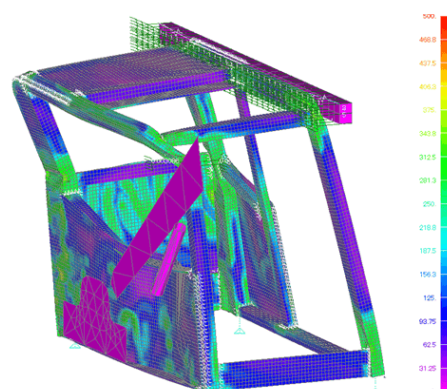
<sup>17</sup> 他の加工技術や生産技術と同様、種々の数理的な解析手法についても、これを理解・習得するためには多大な時間が必要である。自由自在に使いこなせるようになるためには、自らの頭と手を使い、多くの訓練と経験を積み重ねる必要がある。

当サポインにおいては、精密プレス成形をシミュレーションするため、金属が変形し、切断されるプロセス（せん断）までをも含めた数値計算を行う必要があった。変形からせん断までを統一的にシミュレーションした先行事例は少なく、基礎理論の把握と数値アルゴリズムの実装は、専門性の高いごく少数の人材によって行われた。

なお、本サポイン事業においては、プレス成型の技術をもつ(株)昭芝製作所と、計測技術をもつ日本大学の生産工学研究所が参加している。昭芝製作所で行われた現実のプレス作業の結果を、日大生産工学研究所の技術で計測し、当社によるシミュレーション結果の精度を検証しながら、研究開発は進められた。

## (6) 事業化への経緯

さて、当社発足時より開発が進められていた（せん断を含まない）弾塑性解析プログラムは、2011 年秋に製品版が完成し、2012 年より正式販売がはじまった。「TP-STRUCT」と名付けられた本ソフトウェアには「静的陽解法」のメリットが存分に反映され、金属が大きく変形し、座屈をしてしまうような場合においても精度の高い計算が可能である。本ソフトウェアに関しては、2012 年の中小企業展に出展するなど、現在、販促活動を行っている最中である。



TP-STRUCT による強度解析の事例

また、サポイン事業においては、上記の TP-STRUCT に対し、「せん断や破壊が起きる予測式」や、「切断面を表現するための機能」が新たに付け加えられた。2012 年 3 月のサポイン終了時には、目標としていた機能を実装することができ、当初計画の目標はクリアされた。「金属の打ち抜き」など、せん断プロセスを含めたシミュレーション・ソフトウェアは他には例が無く、当社の先進的な技術力が十二分に発揮されているといえよう。

ただし、本ソフトウェアの計算量は非常に多く、場合によっては 1 週間程度の計算期間を要する場合があります。実用性の面ではまだ十分だとはいえない。そのため、サポイン事業の終了後、3 次元ではなく、2 次元でのシミュレーションを行うよう、本ソフトウェアを修正中である。3 次元シミュレーションと比べると、2 次元シミュレーションの計算量は劇的に小さく、実用的な計算速度が実現できる。現在、近々の製品化へ向けた開発を行っている最中である。すでに一社、顧客もついており、今後の完成と販促が待たれる状況である。

## (7) 現在の課題と今後のビジョン

当社は、理研発の 30 番目のベンチャー企業であり、当初から IPO が目標として掲げられている。ただし、当社の顧客には自動車関連の企業が多いため、2008 年のリーマンショックや 2011 年の東日本大震災は当社の業況にも大きな影響を与えた。そのため、現状、当初計画よりも 2 年遅れで推移している。上述のように市販用のソフトウェアがリリースされつつあり、今後は、本格的な成長フェイズに入ることが期待される。

当社の長期的なビジョンとしては、これまでは CAE や CAD をうまく使いこなせてこな

かった中堅中小企業に対し、当社のソフトウェアを普及させていくことにある。国内のプレス業界においては、今後、海外企業との競争に打ち勝っていくために、「強度を高めつつ軽量化する」など、さらなる高い付加価値の創出が求められている。そのため、新たな材料や工法による試作にも積極的にチャレンジしていく必要が出てきているが、そのような場合、CAEでの事前シミュレーションは重要な役割を果たす。これまでの自動車製造業界のサプライチェーンにおいては、CAEに取り組んでいるのは、トヨタなどの大手自動車メーカーと一次サプライヤ（ティアワン）であり、ティアツー以下のサプライヤは積極的に取り組んでは来なかった。その理由のひとつは、CAEソフトウェアはほとんどが海外製で、非常に高価だったことにある。これに対し、当社は価格を抑えることによって、本市場の拡大をはかろうと試みている。今後は、代理店を使った積極的な販売戦略を展開してゆくとともに、技術者を増やし、さらなる成長路線を拡大していく予定である。

#### (8) まとめ

当社がチャレンジしているのは、理研の知的資産を用いたビジネスの創出とIPOであり、現在はその道程の途中である。当社の強みは、理研からライセンスされた高度な技術力に加え、VCAD研究会を通じて培ってきた民間企業とのネットワークを持っている事である。「現場のニーズ」、ならびに、「高度な技術」、双方への情報チャンネルを保有していることが、先端的な製品開発にも大きく寄与しており、今後、高付加価値化をはかろうと試みる他の中小企業にとっても、大いに参考になる事例だと考えられる。

ハイビジョン映像をリアルタイムで高速伝送。光通信に関する高度なナレッジをベースに、ものづくりの上流工程に特化したファブレス企業。

### (1) 企業概要

会社名	イーラムダネット株式会社	代表者氏名	菅田 孝之
資本金	17,500 千円	従業員数	9 名
設立	2005 年	年商	-
事業内容	(1)情報通信機器設計製造販売 (2) 光 ICT 関連の技術開発 (3) 光 ICT 関連の技術コンサルテーション		
企業理念	1. 電子、光、ネットワーク総合技術力を活かしたビジネス展開 2. 明るく楽しく元気な会社と快適な社会の実現 3. オープンイノベーションへの貢献		
取材年月日	2012 年 9 月 20 日	対応者	代表取締役社長 菅田 孝之
沿革	2005 年 イーラムダネット株式会社設立 2005 年 「大学発・大企業発ベンチャー」創出促進モデルプロジェクト事業 (神奈川県) 採択 2006 年 地域情報通信技術 振興型研究開発 (SCOPE-C) (総務省) 採択 2009 年 戦略的基盤技術 高度化支援事業 (経済産業省) 採択		

### (2) メインとなる事業内容と保有技術

イーラムダネット株式会社は、「光情報通信技術」に関する「開発」・「設計」・「コンサルティング」を行うファブレス企業である。同社は、NTT 傘下の NTT アドバンステクノロジー、ならびに、富山大学からの技術移転を受け、2005 年に設立された。NTT アドバンステクノロジーの前身は「日本通信技術株式会社」(1976 年設立)であり、電電公社の技術を民間に移転することがそのミッションであった。現在の技術移転機関 (TLO) と同じような位置づけの企業であったが、1985 年に電電公社が民営化され、NTT となった後もそのミッションは継続していた。

2002 年、NTT の保有技術、ならびに、富山県立大の安井直彦教授が保有する特許技術をもとに、「大学等発ベンチャー創出支援制度<sup>18</sup>」(文部科学省)にもとづくプロジェクトが開始された。その際、プロジェクトのマネジメントを行ったのが、当時 NTT アドバンステクノロジーに在籍していた菅田孝之氏である。光通信を高速化するため、光ラベルスイッチルータ (LSR) の関連機器 (LSR 本体、PC 用ボード、ソフトウェア) を開発する事が本プロジェクトの目的であった。通常の光通信用のルータでは、光ファイバーから受信した光をいったん電気信号に変換し、スイッチングを行ってから、もう一度光に変換して送出する。二度の変換処理のため、原理的にどうしてもタイムラグ (ディレイ) が発生してしまう。これに対し、「光ラベルスイッチルータ」は、電気信号へ変換せずに光のままスイッチ

<sup>18</sup> 平成 14 年度大学等発ベンチャー創出支援制度採択課題一覧, 「光ラベルスイッチルータ及び関連機器開発」, (開発代表者: 安井直彦, マネジメント事業者: NTT アドバンステクノロジー), [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shinkou/sangaku/sangakuj/020901.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/sangakuj/020901.htm)

グを行う。そのため、ディレイが生じにくく、通常のルータよりもはるかに高速な伝送が可能となる。本プロジェクトには 6 名の大学研究者が参加していたが、菅田氏は、事業者の目線で、市場へのアウトプットを考慮しながらマネジメントを行った。そして、その成果は、8 種類の異なる波長の光を同時に送受信でき、1 波長あたり最大毎秒 100 メガビットの転送が可能な光ルータとして結実した。

さて、本プロジェクトでは、その終了時までには新企業を設立することが条件だったが、プロジェクトの全体統括を行っていた菅田氏が、新会社の社長に推されたのは自然な流れであったといえよう。こうして設立された当社は、当初から、光通信に関する高度な技術とナレッジを保有していたのである。

### (3) 当社が保有する企業ネットワーク

さて、当社の一つの大きな特徴は、ファブレス企業だということである。国際的なモジュール化の流れの進展の中、次世代の「ものづくり企業」の一つの有力な形態は、知識集約的な業務に特化したファブレス企業であろう。実は、菅田社長は NTT 時代より、① 新たな機器の構想を自ら立案・設計し、② 必要な部品をパートナー企業に開発させ、③ これらを統合する、というやり方で製品開発を行っていた。まさしくファブレスに通ずる方法であり、当社においても、菅田社長が築いてきた他社とのネットワークが活かされている。

この企業間ネットワークは、「エイトラムダフォーラム」というフォーラムにおいて具現化されている。1997 年に設立された「エイトラムダフォーラム」は、先端的な光技術によるビジネスの拡大を目指しており、大学研究者や企業の技術者らが一堂に会して技術交流やビジネス交流を行ってきている。菅田社長は、本フォーラムの設立時から関与しており、現在、代表幹事をつとめられている。加えて、当フォーラムの事務局も当社である。15 年来の交流を通じて形成された研究者・技術者間の強固なネットワークが、当社がもつもう一つの大きな強みだといえよう。

### (4) 戦略的高度化支援事業（サポイン事業）の利用経緯

設立の翌年、当社は、総務省の「地域情報通信技術振興型研究開発」(SCOPE-C) に採択され、ディレイの無いハイビジョン映像を遠隔地に伝送するためのシステム構築に取りかかった。現在、非圧縮ハイビジョンにおける標準的なデジタル・インターフェイス規格は HDMI であり、高速かつ広帯域の電気信号によって、大量のデジタル・データ（毎秒数ギガビット<sup>19</sup>程度）を伝送可能である。しかしながら、一本の HDMI ケーブルで伝送できる距離はせいぜい数メートル程度に限られてしまっている。当社は、HDMI の電気信号を光に変換し、CWDM<sup>20</sup>という伝送技術を用いることによって、遠隔地に、ディレイのないハイビジョン映像（リアルタイム・ハイビジョン）を送るためのシステムを開発した。この「光 HDMI システム」は、送信機・受信機・光ハブ装置・制御用ソフトウェアから構成され、たとえ遠距離間であっても、ほぼリアルタイムでの双方向ハイビジョン通信が可能となる。加え

<sup>19</sup> 「毎秒 1 ギガビット」は、「毎秒 125 メガバイト」に相当。

<sup>20</sup> CWDM は、光波長多重通信の一種であり、Coarse Wavelength Division Multiplexing の略である。異なる複数の波長（2～8 種程度）の波をたばね、最大 50km 程度の遠方にまで、一本の光ファイバーで伝送する技術である。



て本システムでは、おおむね 10km 圏内では、光増幅器無しでの伝送が可能である。ただし、本システムは高価であり、加えて、ハードウェア類も小さいとはいえ<sup>21</sup>、普及に向けてはもう一段のブラッシュアップが必要であった。

リアルタイム・ハイビジョンの遠隔通信は、「監視システム」・「遠隔教育」・「遠隔医療」など、一定のニーズがあるものと考えられている。しかしながら、社会へ普及させていくためには、装置の小型化と低価格化が必須である。さらなる開発を進めるため、種々の補助金制度を探っていた菅田社長は、自力で戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）を発見し、これに応募することを決めた。当社のリソースは限られていたため、社長自らが申請書を執筆し、2009 年度に採択された。

### (5) 研究開発の経緯

サポイン事業においては、それまでに使ってこなかった「面発光レーザ」を新たに採用し、小型、かつ、信頼度の高い送信機・受信機を構築するための研究開発が行われた。装置の低価格化にともない、一度に送れる波長は 4 種までとし、加えて、伝送距離の目標は ① マルチモード光ファイバーで 1km 以上、② 安価なプラスチックファイバーでは 100m 以上、と設定された。

サポインの開発期間は 5 ヶ月程度と短く、加えて、当社単独での研究開発プロジェクトであったが、創業以来、当社が蓄積してきたコア・コンピタンスは存分に発揮された。菅田社長が立てた研究開発計画、ならびに、機能要求仕様に沿って、パートナー企業群が新たな部品を開発・試作した。プロジェクトはおおむね順調に進行し、最終的に「たばこの箱」と同等な大きさのコンパクトな送信機・受信機が完成した。伝送性能等も目標数値をクリアし、当初立てた研究開発計画は順調にクリアされた。



小型化された送信機(左)と受信機(右)

本システムでは、伝送装置の小型化と低価格化を実現したことに加え、安価なプラスチック・ファイバーのみでも「ハイビジョン」、「3D」、「4K」といった高精細映像を、リアルタイムで伝送できることが大きな特徴である。

なお、当社では、なるべく知財を取得する方針としており、現在、3 件の公開特許と 1 件の登録特許を保有している。

### (6) 事業化への経緯

先に示したように、リアルタイム・ハイビジョン映像の有望な市場は、遠隔医療、遠隔教育、会議システムなどである。すでに、杉並区の医師会館では、異なる階の会議室を相互接続するために本システムが導入されている。加えて、毎年、本システムを用いた遠隔治療の実証実験も行われている。また、慶応大学の新川崎キャンパス(K2 キャンパス)では、

<sup>21</sup> 送受信機の底面積は、だいたい A3 用紙と同等であった。



異なる棟の間にプラスチック・ファイバーが張り巡らされており、本システムを用いた3D高精細映像によるFace To Face Communicationシステムが導入されている。同様に、青山学院大学にも、本システムによる高精細映像による講義システムが導入済みである。

現在のところ、総じて研究教育用の用途が多いが、リアルタイムでの高精細映像の伝送には一定のニーズが存在し、今後のさらなる拡販が期待される。

### (7) 現在の課題と今後のビジョン

当社の現在の課題は、本業界における競争の激しさにある。最先端の映像通信分野ゆえ競合企業は数多く、当社が開発した装置と同様な、HDMIの電気信号を光に変換し、そのまま伝送するような装置類は、後発他社による新製品が発表されつつある。また、映像のリアルタイム伝送システムをさらに普及させてゆくためには、LSIを用いたさらなる小型化が必要となりつつあるが、現在のところ、十分な開発資金を得られていない事も現在の課題として挙げられよう。

なお、当社は現在、家庭向けの新たなテーマにも取り組んでいる最中である。具体的には、家庭内でテレビ信号を送るのに使われている「マイクロ波」を光に変換し、プラスチック・ファイバーによって伝送する取り組みである。プラスチック・ファイバーは取り回しにすぐれているため、家庭内においても、高精細映像を安価に分岐させ、種々の場所で視聴することが可能となる。

### (8) まとめ

当社は、新製品の企画・設計と最終的な組み立て作業のみに特化したファブレス企業であり、必要な技術要素の新規開発はパートナー企業に委託している。このような形態は、ティアワン以下の下請け企業に技術要素の開発を任せる「自動車メーカ」のような立ち位置となっており、「ものづくり中小企業」としては、非常に特異なポジションを築いているといえよう。

同社の製品は、そのほとんどがハイビジョンなどの高精細映像に関係しているが、これは創業時からの菅田社長の構想でもある。設立のきっかけとなった「光ラベルスイッチルータ」の開発を行っていたころから、「事業の視点」をもってプロジェクトを統括していた菅田社長は、誰しもの興味をもち、市場ニーズの高まりが期待できる「ハイビジョン等の高速伝送」を最終製品のテーマに据えた。現在のところ、当社の製品は、主として研究教育市場に対して一定の成果をおさめているが、これもひとえに菅田社長の慧眼の賜物であろう。

製品を企画・デザインし、必要な技術要素を明らかにし、その開発を最も得意なパートナー企業に委託する当社の業態は、他社が簡単にマネできるものではないかもしれない。しかしながら、その形態は、現在、グローバル市場で成功をおさめている海外大手メーカにも通ずるものがあり、これを日本の中小企業が体現しているという点において特筆すべきであろう。現在のところ、広く市場に普及するような製品はまだ生まれてきてはいないが、他社にはない高度なコア・コンピタンスを保有する企業ゆえ、今後の展開が大いに期待される。

国内の熱処理技術の高度化と、これにもとづくイノベーションの創出。  
博士人材を活用した、知識集約型 製造業の新たなロールモデル。

## (1) 企業概要

<b>会社名</b>	フルテック株式会社	<b>代表者氏名</b>	古田吉雄
<b>資本金</b>	3,000 万円	<b>従業員数</b>	18 名
<b>設立</b>	1989 年	<b>年商</b>	
<b>事業内容</b>	半導体関連装置・精密電気炉・特殊真空装置の設計、製造、販売		
<b>企業理念</b>	1. 技術力を活かし、世の中に貢献する 2. 全ての社員が平等で自由な発想の下、仕事を推進する 3. 小さくても世界一のメーカーを目指す		
<b>取材年月日</b>	2012 年 10 月 30 日	<b>対応者</b>	代表取締役 古田吉雄
<b>沿革</b>	1986 年 10 月 東大阪市にて「フルテック株式会社」を設立 1986 年 11 月 大阪府堺市にて南大阪営業所を開設 1990 年 5 月 製造強化の為、大阪市に大阪工場を開設 1991 年 1 月 LP-CVD 装置製造開始 1992 年 1 月 半導体拡散炉製造開始 1993 年 1 月 特殊研究用電気炉を台湾国に輸出開始 1994 年 1 月 医療用電気炉製造開始 1995 年 1 月 小型炉の大量生産体制、及び、自社ブランドパワーデバイスの開発に着手 1995 年 2 月 医療用電気炉の製造開始 1996 年 1 月 コンピューター通信ソフト開発強化 1998 年 5 月 各種電気炉に於ける標準化（カタログモデル拡張）を強化 1999 年 3 月 プラズマ CVI 装置を開発（大阪府立産業技術総合研究所へ納品） 2000 年 11 月 NEDO 地域産官学研究に参加。 ゼオライトハニカムの開発研究を開始 2000 年 12 月 滋賀県八日市に「滋賀開発センター」を開設 2002 年 1 月 中国杭州に於き、合弁会社「大地セラ電熱設備有限公司」を資本金 7,500 万円投じて設立。 「熱関連 GLOBAL STANDARD」を目指す。 2003 年 7 月 業務拡張の為、資本金 30,000,000 円に増資する 2004 年 11 月 新規事業・営業強化・業務拡張・効率化の為、新社屋開設に向け「新社屋設立準備室」を開設 2005 年 1 月 新社屋開設に伴い八尾市へ移転をして、操業開始する 2006 年 7 月 量産設備導入・量産向け低コストカタログモデルを製造開始 2007 年 5 月 板金プレスセンター新設 量産の効率化を図る 2008 年 2 月 高温電気炉シリーズの特化・製造強化に取り組む		

2009年8月	高周波誘導加熱関連製品の強化・量産モデルの開発に着手
2010年6月	(経済産業省) 近畿経済産業局 「中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律に基づく特定研究開発等計画」の認定企業となる。
2010年7月	大阪大学を事業管理機関とする「戦略的基盤技術高度化支援事業」に参加。特殊真空熱処理炉の研究開発を行う。
2012年10月	大阪大学との共同研究において、レアメタルの代わりにカーボンナノチューブを用いた高強度チタンの新製法を開発

## (2) メインとなる事業内容と保有技術

フルテック株式会社は、高度な熱処理技術を持ち、種々の電気炉の製造を行っている。当社社長の古田吉雄氏は、英国マンチェスター大学の大学院で電子工学を学び、博士号を取得した後、伊藤忠に入社してビジネスマンとなった。その後、自立自活の人生を目指して独立し、研究開発型企業である当社を設立した。

研究者とビジネスマン、双方の経験をもつ古田氏の事業構想は斬新であり、その発想と行動力は特筆すべきである。同氏の事業戦略の要諦は、「日本国内における、未開の技術分野を探し出し、これを開拓する」ことにある。当社を設立する際、古田氏は、日本国内の技術とマーケットに関するリサーチを行い、国内の「熱処理」技術が非常に遅れている事を見出した。自動車や電子機器を引き合いに出すまでもなく、日本の製造業にはおしなべて「ハイテク」というイメージがあるが、オーソドックスかつアナログな熱処理分野に関しては、海外と比較して20～30年程度の遅れをとっていたのである。実際、熱を生み出す「抵抗体」(ヒーター)の素材として、日本では明治時代からあるニクロム線がポピュラーであったが、海外では二珪化モリブデンやタンタルといった新素材が使われていた<sup>22</sup>。そのため、創業当時、±0.1度といった高い精度で温度を制御するためには、非常に高価な海外製品にたよらざるをえない状況であったという。

さて、熱処理炉が使われるのは、焼成<sup>23</sup>・焼結<sup>24</sup>・焼き入れ・焼きなましといった工程である。古くはオールドセラミックス(茶碗、碁子など)の製造に使われ、近年は、ニューセラミックスとして、半導体のシリコンウェハや義歯の製造などにも用いられており、応用範囲は幅広い。特に、上述のような高価かつ高精度な電気炉は、大学や研究所で利用されることが多かった。古田氏は、さまざまな大学の研究現場を自ら訪問し、高精度かつ安価な熱処理炉へのニーズの高さを実感した。同氏は電気工学を専攻し、熱処理技術に関する専門家では無かったものの、大学院時代に海外のさまざまな技術に触れており、ある程度の「土地勘」を有していた。また、高度な熱処理技術を国内に蓄積することは、今後の日本のさらなる産業発展の基盤整備にもなる。そのため、古田氏は、この分野を主たる事業ドメインに定めたのである。

<sup>22</sup> 高温の発熱体に関して、技術的なイニシアチブをもっているのはスウェーデンである。

<sup>23</sup> 焼成とは、原料を高熱で焼いてその性質に変化を生じさせることである。

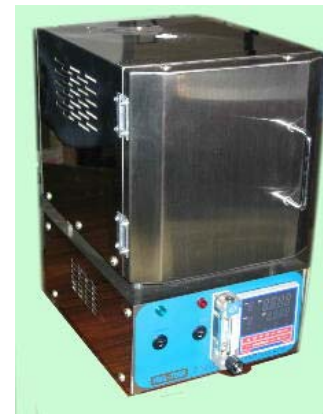
<sup>24</sup> 焼結とは、細かい粉末を(融点以下の)高温で加熱し、粉の粒子を固着・凝固させることである。

### (3) 当社の置かれた事業環境

国内で高精度な熱処理炉を製造するにあたり、技術的な側面でまず必要だったのは、海外製品のキャッチアップである。海外では、すでに熱処理の技術は一つの確立した分野となっていたため、古田氏はこれを学び、(簡単ではなかったものの) ヒーター用の新素材を入手する手はずを整えた。そして、大学の研究室の個別ニーズをよくうかがい、これに見合ったオーダーメイド品の製造をはじめた。当社は、当初は3名で立ち上げられ、小さなガレージが工場として使われていたという。かゆいところに手が届き、高性能かつ安価な同社の製品の評判は、研究者間の口コミを介して広がってゆき、事業は徐々に拡大していった。

さて、同氏の着想が優れていたのはここからである。ある程度の製品ラインアップがそろい、量産体制が必要となった段階で、同氏は中国を生産拠点とすることを考えた。国内拠点の拡充ではなく、最初から中国を目指したことは、当社の事業構想のユニークなポイントである。当時、何らコネクションを持っていなかったものの、同氏は中国科学技術院を単身で訪問し、合弁会社の設立を提案した。しかしながら、いきなりの異国からの来訪者とその唐突な提案に対し、科学技術院側の返事は良いものではなかった。交渉がうまくいかない中、同氏は、酒場でたまたま居合わせた共産党の幹部役員と懇意になり、その熱意をあますことなく伝えた。そして、この幹部役員の仲介を通じて科学技術院の教授と知己になり、スムーズに合弁会社と工場が設立されたのである。

さて、当社は中小企業であり、新設する500人規模の工場に、中国側と対等な出資ができたわけではない。これをクリアするにあたり、当社が用意したスキームは、また非常に興味深いものである。すなわち、当社は熱処理に関する高度な「技術」を提供し続ける方針とし、これを出資の代わりとしたのである。一方、「人員」・「土地」・「設立資金」等は中国側で用意し、なおかつ、中国側が単独で稼ぎ出した利益については、当社は一切受け取らない条件とした。ただし、この工場の製品を日本で販売する場合には、必ず当社を通す条件とし、設立にこぎつけたのである。当社は、大学院卒の博士人材を積極的に雇用し、頭脳を駆使した先端的な技術開発を行っている。この技術を惜しみなく中国側に与え、また、対象マーケットを分割することによってウィンウィンの関係を築き上げたのである。こうして当社は、国内マーケットに対し、安価な量産品を供給する能力を手に入れたのである。



超小型雰囲気電気炉

中国での製造拠点のおかげで、当社の製品は圧倒的な価格競争力を有することになり、これが当社の大きな強みとなっている<sup>25</sup>。現在、当社の主力事業は熱関連技術をコアにした各種電気炉の製造販売であり、顧客の割合は60%が大学、40%が民間研究所である。ただし、後述するように、民需への対応を中心に、今後数年間でさらに飛躍的に成長する可能性を有している。

<sup>25</sup> 当社製品の価格は、海外競合製品の数分の一から十分の一程度におさえられている。競合製品よりも一歩すすんだ先進的な製品を破壊的な価格でリリースするのが、当社が得意とする戦術である。

#### (4) 戦略的高度化支援事業（サポイン事業）の利用経緯

サポイン支援の利用のきっかけは、古田社長が、製品開発のための接合技術を追求していた折、大阪大学の接合科学研究所に相談に行ったことであつた。当社は、自社内で解決できない案件については、積極的にその道の専門家に照会することを常としている。そこで出会った近藤勝義 教授（現、接合研 副所長）とディスカッションを行ううちに懇意となり、共同研究の構想が芽生え、そのための支援策としてサポイン事業の存在を知つたのである。平成 22 年、当社は大阪大学とアライアンスを組んで当事業への申請を行い、無事採択された。テーマは『高度医療用形状記憶ガイドワイヤーの高性能化に適した真空熱処理炉の開発』である。

本件は、「自社のため」ではなく、「世の中に貢献できる技術を開発したい」という想いでチャレンジであつたが、後述するように、大きな成果に結びつくことになる。

#### (5) 研究開発の経緯

当社の研究開発体制は独特であり、他になかなか例をみないユニークなものである。当社の従業員の多くは博士号を保有し、非常に高度な専門知識をもった人材である。リチャード・フロリダの著書「クリエイティブ資本論<sup>26</sup>」にも詳述されているように、このような人材は、興味を持った事象に対しては、昼夜も週末も関係なく献身的に没頭するような行動特性を備えている。また、個人主義かつ実力主義志向であり、難しくてもやりがいのある仕事を好む。当社は、このような人材の能力をフルに引き出すべく、① 十二分な報酬を与え、② その人材にもっともよい時間帯での勤務を認める代わりに、③ 狭い専門分野にとどまることなく、製品に関連するあらゆる技術・ナレッジ・スキル（顧客対応を含む）の横断的な習得を求めている。① に関しては、30 歳前後で年収 1,000 万円を超える従業員もざらであり、後顧の憂いなく仕事に没頭できる環境を整えている。また、②に関しては、たとえば、夜型の生活が身につけてしまった高度人材に対しては、夜勤のようなシフトを認めている例もある。このような恵まれた体制を整えた場合、博士人材の生産性は極めて高いものになり、上記のような行動特性は当社においても十二分に発揮されている。実際、自発的に、夜半や週末にも研究開発を続行する人材は多い。

ただし、当社は研究所ではなく、あくまで営利目的の企業である。そのため、③に挙げたように、個々の従業員は、「研究」・「技術開発」・「生産」・「顧客対応」・「保守」などの一連のプロセスを、ひとりで一通りこなせるよう、専門分野以外のスキルアップがあわせて求められている。

さて、中小企業の研究開発プロセスにおいては、大企業の場合とは異なり、比較的短期間で成果を出すことが求められる。そのため、開発現場では、(i) 頑張つてチャレンジすべき局面と、(ii) あきらめて別のソリューションにトライすべきタイミング、双方の見極めが重要となる。当社においては、社長自身がそれぞれの博士人材と密なコミュニケーションをとり、進捗状況をきめ細かくケアしながら、これをコントロールしている。

このような当社の仕組みはサポイン事業においても功を奏し、開発は順調に進行した。実際、サポイン期間の中途の段階から、波及的な製品の事業化に成功している。

<sup>26</sup> リチャード・フロリダ（著）、井口 典雄（訳）(2008)、『クリエイティブ資本論』、ダイヤモンド社。

## (6) 事業化への経緯

本サポイン事業では、医療用ガイドワイヤーの高性能化を実現するため、「真空」と「高温」を保ちながら、直接、水焼き入れを行える電気炉の開発が行われた。そして、この電気炉のために必要な機能要素の開発が、それぞれ、波及的な事業成果に結びついている。

当電気炉の心臓部となる加熱機構については、開発の途中段階において、当初構想とは異なる「高周波加熱<sup>27</sup>」方式のほうが良いという結論になり、そのための装置の試作を当社内で行った。その結果、リーズナブルかつ性能の良い装置が完成したため、これを「高周波加熱炉／高周波電源」として単独で製品化したのである。本製品の価格は例によって破壊的であり、平均的な製品のおおむね三分の一程度におさえられている。そのため、市場からの反応は非常によく、リリース後の半年間で既に 15 台が販売されている。

一方、真空の保持機構についても当社は工夫を凝らし、単一の隔壁からなる通常の真空チャンバーではなく、二重の隔壁を用いた「ダブルベローズ」方式に行き着いた。そして、本件に関しても良好な試作品が完成したため、これを「新型加減圧炉」として製品化した。こちらも売上は好調であり、リリース後 3 か月間で 5 台の販売実績がえられている。先述の「高周波炉」とあわせると、これらの波及的な新製品の売上は、5 千万円を超える規模に達している。



高温管状雰囲気電気炉

なお、本サポイン事業においては、装置のみではなく、製法の面でもブレイクスルーが起きている。実際、大阪大学との共同研究においては、レアメタルの代わりにカーボン・ナノチューブを混ぜ合わせる事により、チタン合金の強度を高める新製法の開発に成功している<sup>28</sup>。この製法に関しては、実用化までにはなお 2~3 年を要すると考えられているが、① 国際的な調達に不安があるレアメタルが不要な事、ならびに、② 製造コストを 30% カットできる事、という大きな二つの利点があり、その経済的な波及効果は非常に大きなものになることが期待されている。

加えて、当初計画の目的となっていた高性能ガイドワイヤーの開発にも成功し、現在、医療機器メーカーにおいて実証検査が行われている段階である。

## (7) 現在の課題と今後のビジョン

このように、熱処理技術を核に、快進撃を続ける当社の現在の主要マーケットは日本国内だが、今後、長期的には国際展開を目指している。そのための準備として、必須ながら、ひとつ頭が痛いのは国際特許である。現在、国内向けの特許書誌は古田社長自らが書かれており、出願特許は 40 件ほど、権利化された特許は 10 件程度である。これに対し、今後は国際特許も増やしていく必要があるが、そのための費用は莫大な額になる事が分かっているため、これが一つの悩みの種となっている。

<sup>27</sup> 原料（導体）をとり囲んだコイルに高周波電流（交流）を流すと、コイル内に振動磁場が発生する。このとき、内部の導体には、磁場の変動を打ち消すような高密度の「うず電流」が発生する。この「うず電流」によって発生するジュール熱をもちいた加熱法が、「高周波加熱」である。

<sup>28</sup> 日経新聞, 2012 年 10 月 23 日, 『高強度で曲げやすいチタン、レアメタル不要』。

なお、現在のところ、当社の小型電気炉はすでに海外での販売実績があり、スリランカに30基ほど納入されている。スリランカはダイヤモンドの原産地であり、黒色の原石を、当社の「水素還元雰囲気炉」で焼くと緑やピンクなどのきれいな発色が得られる。今後は、より多様な用途に対し、本格的な海外販売を行っていく予定である。

当社は平成24年度のサポイン事業<sup>29</sup>にも採択され、大阪市の上田ブレーキ株式会社<sup>30</sup>らとともに、医療デバイス用素材の製造に関するあらたな技術開発に取り組んでいる。本プロジェクトの目的の一つは、チタン合金医療デバイスの「代替材料」を効率よく生産するための製造装置の開発である。具体的には、当社の高周波炉技術によってチタン焼結素材を瞬時に加熱し、押出し行程を経て、連続的に棒材を製作することを意図している。この代替材料から作り出されるカテーテルやステントは、医療現場が求める細径化と低浸襲性を兼ね備えたものとなる。

当社は、今後も、熱処理技術をコアに、先進性と実用性を兼ね備えた研究開発・技術開発を進め、国内産業の発展に対する大きな貢献を行っていくものと考えられる。

## (8) まとめ

当社は、高度な博士人材の能力をフル活用し、中国の生産拠点を用地ながら、高性能かつ破壊的な価格の製品をリリースして成長してきた。また、先述のように、サポイン事業等を通じて種々の大きなブレイクスルーを起こしつつあり、今後数年にわたってさらなる急成長が予測される。

このような快進撃を根本から支えているのは、古田社長の人並みはずれた行動力である。信条は「即実行」、「10回の内、7~8回の失敗は意に介さない」との事であり、これが様々な大学や企業との連携、ならびに、革新的な成果の源泉になっているものと考えられる。

当社においては、「顧客志向」、「知識集約的な先端技術開発」、「産学／企業間連携」、「オープン・イノベーション」、「高度人材の活用」等々、昨今うたわれている様々な成功へのキーワードが体现されており、なおかつ、これが強固に収益に結びついている。当社は、今後の中小ものづくり企業の経営における一つのロールモデルを与えるものと考えられ、大いに参考にしたい先進事例である。

<sup>29</sup> 研究テーマは、「高度医療デバイス用レアメタルフリー高強度チタン粉末焼結材の製造技術開発」である。

<sup>30</sup> 上田ブレーキ株式会社は全国の鉄道会社の80%以上を顧客とし、新幹線の特種部品ではシェア90%以上を持つ企業である。

公的支援を活用してコア技術を磨き、高度なニッチ市場での課題解決に貢献。  
先端技術にもとづく、次世代型のサポートینگ・インダストリー。

## (1) 企業概要

会社名	株式会社スペースクリ エイション	代表者氏名	青木 邦章
資本金	5,000 万円	従業員数	25 名
設立	1987 年 2 月 2 日	年商	
事業内容	受託開発、省力化機器・計測機・試験機の開発		
企業理念	“Not Production But Creation” 決まったものを製造することよりも、常に新しい価値を創造することに ウェイトをおいて行動する		
取材年月日	2012 年 12 月 6 日	対応者	代表取締役 青木 邦章
沿革	<p>◆沿革</p> <p>1987 年 設計事務所として設立・登記</p> <p>1990 年 エンジン耐久試験監視システム 開発</p> <p>1991 年 工場を新築移転</p> <p>1991 年 2D-CAD 導入開始</p> <p>2000 年 浜松モノづくり大賞 商工会議所会頭賞 受賞</p> <p>2000 年 品質管理データ入力 LAN システム 開発</p> <p>2000 年 中小企業創造活動法 認定</p> <p>2001 年 静岡大学工学部と共同研究 レーザー振動計共同研究開発</p> <p>2002 年 商品開発ワンストップサービス Pits 開始</p> <p>2002 年 工場を新築移転</p> <p>2002 年 3D-CAD 導入開始</p> <p>2002 年 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業 受託</p> <p>2002 年 中小企業経営革新支援法 認定</p> <p>2003 年 浜松元気印企業大賞 関東経済産業局長賞 受賞</p> <p>2003 年 文部科学省 平成 15 年度独創的革新技術開発研究 受託</p> <p>2004 年 経済産業省 地場産業等活力強化事業費補助金 受託</p> <p>2004 年 中小企業基盤整備機構 創業、経営革新支援事業 採択</p> <p>2004 年 文部科学省 平成 16 年度独創的革新技術開発研究 受託</p> <p>2005 年 文部科学省 平成 17 年度独創的革新技術開発研究 受託</p> <p>2005 年 東京事務所開設</p> <p>2005 年 異分野連携新事業分野開拓計画認定</p> <p>2007 年 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業 受託</p> <p>2007 年 経済産業省 戦略的基盤技術高度化支援事業 受託</p>		



## (2) 事業内容と保有技術

学生時代ヨットマンだった当社創業者の青木氏は、大学卒業後、ヨットの製造販売も手掛ける大手機械メーカーに就職した。そして、製品設計や開発に係る業務を10年間ほど経験した後、独立して当社を設立した。青木氏は、会社員時代、製品開発を通じて多くのものづくり中小企業と関わったが、その多くは（大企業と比べて）技術関連の経営資源に乏しく、新しい課題への対応や問題解決に苦勞をしていた。そこで、「こういった中小製造業者に対し、技術開発サービスを提供するビジネスが成立するのではないか」という着想を抱き、これを実現すべく当社を設立したのである。

そのため、設立当初、当社は「設計」及びその「支援サービス」を主な事業としていたが、なかなかうまく軌道には乗らなかった。ものづくりにおける設計や開発は、「図面」という形で成果が提供される。しかしながら、図面のみが出来上がった段階において、これにもとづいて製造される装置や機器類の機能評価・性能評価を行うことは容易ではない。そのため、当社が提供するサービスはなかなかその価値を評価してもらえなかった。技術を必要としている企業に営業を行っても「図面はいらぬから現物がほしい」という要望が多く、「設計」のみではなかなか事業に結びつかなかったのである。そのため、当初の事業構想を修正し、「設計」に加えて、より上流の「製品企画」、ならびに、下流側の「最終製品の組み立て」や「販売」をも、あわせて自社で行う方針とした。ただし、部品類の製作は、近隣の機械加工業者に委託するような方式である。この業態転換は功を奏し、地場の中小企業が製造現場でつかう「治工具」や「省力化機器」などを受注・生産することによって、当社は本格的な事業化に成功したのである。個々の生産現場の実状にあわせてカスタマイズされた「オーダーメイド機器」に特化しながら、「開発」、「設計」、そして「外注を活用した生産」、という当社独自の事業スタイルを確立していった。

さて、当社がある浜松市は、日本有数の輸送機器製造業の集積地である。当初は中小企業をターゲットにしていた「オーダーメイド機器」事業は、やがて大企業にも受け入れられ、当社の取引先は拡大していった。当時、バブル経済下の大手メーカーは好調であり、開発現場の忙しさは当社への追い風となった。しかしながら、本質的に重要だったのは、大企業にこそ当社のサービスが必要だったことにある。実際、縦割り化が進行し、狭い専門分野に深く特化したエンジニアらが関わる大企業の開発現場は、柔軟かつ機動的な開発を行うための「最適な組織形態」だとはいえない側面があった。そのため、ものづくりの現場からの要望に対し、現実的かつきめ細やかな対応ができる当社の横断的な技術力とサービス力は、大企業にとっても非常に魅力的だったのである。

その後バブル経済は崩壊することになるが、新製品の開発や試作への支援を行う当社の強みは失われなかった。むしろ、「ケイレツの崩壊」により、当社に有利に作用した側面すらある。当社は着実な成長を続け、現在では、輸送機器関連のほとんどの大手メーカーと取引を行っている。

現在の当社は、自動車関係の「計測・評価装置」、ならびに、その技術を応用した「製造装置」などを中心に、現場のきめ細かい要望に合わせた



モータ性能・耐久試験装置：ハイブリッド車や電気自動車の性能評価に用いられる。

機械や制御システムの開発・設計・組立を行っている。中でも「開発試験機」とよばれる分野の装置が主力製品となっており、ニッチではあるものの、自動車関連の技術開発や新製品開発には欠くことができない、重要なポジションを獲得するに至っている。

### (3) 現在の事業環境について

当社は、「開発試験機」分野に対し、2001年頃から経営資源を集中して取り組んできた。その成果は着実にあらわれており、当事業に係る物理的な作業スペースを拡大する必要性が生じてきているほどである。自動車業界におけるグローバル化の進展と開発競争の激化に呼応して、当社も業績を伸ばしてきたわけだが、ただし、そのトレードオフとして、リーマンショックの際には売上の急減に見舞われることになった。しかしながら、その後はすみやかな反転を実現し、再び成長軌道に復帰している。現在の自動車業界において、ブームとなりつつある HEV（ハイブリッド車）や EV（電気自動車）については、市場そのものがまだ新しいこともあり、当社が参入するにあたっての障害はほとんどなかった。また、通常ガソリンエンジンに関しても、燃費向上のための技術開発競争は激化しており、自動車メーカーにおける開発投資への意欲はまったく減退していない。このような状況を鑑みると、現在も引き続き、当社にとっては追い風が吹いているものと考えられる。

ただし、厳しい経済状況を背景に、国内自動車メーカーは海外展開に積極的になってきており、新興国にも多くの生産拠点が設けられている。そのため、当社も 2010 年を「海外展開元年」と位置づけ、国境を越えた事業展開を開始している。日系の 2 輪車・4 輪車メーカーへの営業活動はもちろんのこと、海外の現地メーカーへの売り込みも強化しており、その成果は着実にあらわれつつある。たとえば、2010 年以降、アジアで開催される Automotive Testing EXPO という展示会に、当社は毎年出展している。そして、展示会で知り合った香港の商社を通して商談を進め、現在では、中国の自動車メーカー 5 社が当社の顧客となっている。

当社が事業をおこなっている「試験機」や「開発機」の市場は、もともと大手機械メーカーが参入するほどの規模はなく、本質的にニッチ市場である。実質的に、顧客は自動車メーカーとその一次下請企業に限られ、ティアツーより下位の製造業者はこれに該当しないと考えられる。今後も当面は、中小企業がシェアを確保しやすいこのニッチ領域を中心に、事業展開を図ってゆくことが予定されている。

### (4) 戦略的高度化支援事業（サポイン事業）の利用経緯

さて、当社が製造しているのは「生産技術」に係る機械・機器類だが、本分野は機能のモジュール化が進んでおり、「センサー」・「ロボット」・「駆動装置」などの汎用部品がすでに販売されている。また、その「制御」に関しても、とりまわしが容易な高性能 PLC（Programmable Logic Controller）が利用できる。そのため、たいていの装置はこのようなモジュール類をうまく組み合わせれば作ることが可能であり、「装置メーカー」という業種自体、レッドオーシャン的な状況に陥りつつある。

そこで当社では、競合他社との差別化を実現するため、特徴のある「コア技術」の獲得を継続的に試みてきた。周知のように、浜松市は光関連の技術が集積した地域である。実際、地元の静岡大学工学部には光関連の基盤技術が蓄積され、また、浜松ホトニクス の成

功をきっかけに、地域全体として光関連技術の振興を後押ししようという機運が出てきている。このような背景のもと、当社が着目したのは「レーザーによる光測定」であった。

青木氏は、地元商工会議所の青年部を通して異業種企業とのネットワークをもっており、また、大学関係者や関東経産局とも面識があった。このようなソーシャル・キャピタルを活かして、当社は2002年に「地域新生コンソーシアム研究開発事業」を受託し、これが光計測技術の研究に取り組む直接のきっかけとなった。以降、様々な委託・助成事業に参画し、多くの異業種企業、大学、公設試、研究機関などとの共同研究を行ってきたが、サポイン事業へのチャレンジもそのような取り組みの一環である。2009年、当社を中核とする4社のアライアンスによるサポイン事業への申請は無事採択された。テーマは「歯車等の接触・非接触ハイブリッド形状測定システム」であった。

### (5) 研究開発の経緯

現在の自動車業界では、動力伝達装置の高速回転化・小型軽量化が進められ、各種部品の「耐久性」の向上、低燃費化のための「摩擦低減」、快適性追及のための「振動・騒音の低減」が求められている。その実現の前提として、まずは部品の加工技術の高度化が必須であり、表裏一体の基盤技術として、短時間かつ高精度の形状測定法が求められている。これまで、歯車のような複雑な形状の測定に関しては、(a) 熟練技能者による手動計測、もしくは、(b) 接触式の測定装置によるオフライン抜取り計測が行われてきた。本サポイン事業では、これらに替わる測定の自動化とオンライン化を実現すべく、接触計測・非接触計測の双方をもちい、統計解析機能をかねそなえた安価な装置の開発が目的とされた。

当社は事業管理機関として当事業を管理したが、社内に不足する仕事の一部のみを外部に委託し、それ以外は、基本的に自社内で開発作業を行った。開発計画は順調に消化され、接触式と非接触式の長所を組み合わせたハイブリッド計測によって、歯面全面をミクロンオーダーでスキャンし、歯厚・歯形・歯筋・傷などを高精度に計測することが可能となった。また、CADデータとの連動、ならびに、統計解析機能の実装によって、作業者の技量によらない装置の運用が可能となった。こうして、最終年度には当初計画の目標をほぼ達成し、実用性のある低価格な装置を試作することが出来た。



ハイブリッド  
形状計測装置

### (6) 事業化への経緯

当社の主力製品は、顧客ニーズに合わせたオーダーメイドの装置であり、大量生産品ではない。そのため、サポイン事業で開発された計測装置もそのままの形で販売されているわけではない。当社の事業に具体的に寄与するのは、サポイン事業で開発された装置そのものというよりも、装置を構成する個々の機能要素や、開発を通じて獲得された要素技術である。たとえば、当事業において獲得された光計測技術は、当社のその他の製品にもさっそく活用され、結果的に当社の業績に寄与している。前述のように、当社は、差別化に寄与するコア技術の蓄積を継続的におこなってきており、これがハイテクノロジーを駆使した主要製品に活かされている。なお、当社が保有する各種のコア技術群は、船舶や建機

などの他業種にも応用が可能である。そのため、今後は、輸送機器のみにとどまらない水平展開を図っていく予定である。

#### (7) まとめ

当社は、サポイン事業に限らず、様々な国家プロジェクトに挑戦して先端的なコア技術を磨き上げ、高度な顧客ニーズに対応してきた。特に、日本の基幹産業のひとつである輸送機器製造業に対し、大手メーカーでも自力ではなかなか対応が難しい「開発試作機」に特化した事業を行っているため、その寄与は、マクロな視点から眺めても大変有意義だといえよう。ひとことでいえば、当社は、先端技術にもとづいた「次世代型のサポーティング・インダストリー」を体現してきている。

また、当社は部品類を内製せず、より付加価値の高い企画・設計や販売・保守に注力しており、事業形態の観点からも、今後のものづくり企業のひとつの在り方を示唆していると考えられる。施策を十二分に活用して高度な技術やナレッジを獲得し、自社の高付加価値化と競争力に結び付けている手腕を、大いに参考にしたい好事例である。

資料編 (2)

「中小企業の技術の高度化と高付加価値化」に係る  
アンケート調査票



「中小企業の技術の高度化と高付加価値化」に係るアンケート

調査実施機関：独立行政法人 中小企業 基盤整備機構  
(経済産業省 管轄)

独立行政法人 中小企業基盤整備機構では、中小企業における技術の高度化と、これを通じた高付加価値化に関する調査を実施致します。

本アンケートでは、戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン支援)において採択された企業の皆様を対象に、研究開発や技術革新に係る諸状況をご教示いただき、今後の支援の方策を検討するための基礎資料とさせていただきたく予定です。

アンケート回答の所要時間は約20～30分を想定しております。お忙しいところ誠に恐縮ですが、調査へのご協力をお願い申し上げます。

[調査の実施に際して]

- (1) できるだけ経営者ご本人様にご回答いただきますようお願い致します。
- (2) 原則的に 設問ごと 該当する項目番号に1つだけ○印をお付けください。  
また、別途 指示がある場合には、指示に従ってお答えください。
- (3) ご回答が「その他」の場合は( )内に具体的に内容をご記入ください。
- (4) ご記入いただきました本調査票は同封の返信用封筒(切手不要)にて、

12月7日(金)までにご投函いただけますようお願い致します。

[プライバシーポリシー]

- 本アンケート結果は統計的に処理され、調査報告書として公表されますが、ご回答いただきました皆様のご記入内容が、無断で特定される状態で公表されることはありません。
- 本アンケートのご記入内容に関しましては調査研究目的以外には使用致しません。

本アンケートに関するお問い合わせは、下記までお願い致します。

《お問い合わせ先》

独立行政法人 中小企業基盤整備機構 経営支援情報センター  
担当：鈴木・堀田

〒105-8453 東京都港区虎ノ門3-5-1 虎ノ門37森ビル

TEL: 03-5470-1521 (9時30分～18時)

FAX: 03-5470-1586

email: [suzuki-ka@smrj.go.jp](mailto:suzuki-ka@smrj.go.jp)

URL: <http://www.smrj.go.jp/keiei/chosa/index.html>

## I. 貴社の製品、技術、研究開発活動について お伺いします

問 1. 貴社の製品やサービスのライフサイクルは おおよそ何年程度でしょうか？

概数で構いませんのでご回答をお願い致します。

(製品・サービスのライフサイクル) おおよそ  年から  年程度

問 2. 貴社の主要製品・主要サービスの市場において、研究開発や技術開発の成果が新たな製品・サービスの市場化へ結びつくまでの期間は、おおよそ何年程度でしょうか？

(開発開始から 新製品の市場化まで) おおよそ  年から  年程度

問 3. 貴社の製品・サービスを取り巻く環境において、過去3年間、どのような変化があったでしょうか？ あてはまる項目に、○をお願い致します。(複数回答可)

- ( ) 1. 製品・サービスのライフサイクルが短くなった。
- ( ) 2. 製品・サービスを、市場に投入するまでにかかる時間が増えた。
- ( ) 3. 製品・サービスを、市場に投入するまでにかかる費用が増えた。
- ( ) 4. 製品・サービスに対して、求められる品質が高くなった。
- ( ) 5. 製品・サービスへのニーズが多様化した。
- ( ) 6. 製品や技術に関する情報の伝搬が早くなった。
- ( ) 7. 製品やサービスの標準化が進んだ。
- ( ) 8. その他 (  )

問 4. 貴社の代表的な製品・サービスをお教え下さい。(自由回答：複数回答可能)

問 5. 貴社が保有するコア技術をお教えください。該当する技術分野を示す番号に○をお願いします(複数回答可)。なお、複数回答の場合、最も主要な技術に二重丸をお願いします。

### 《技術分野リスト》

- 1. 組込みソフトウェア,      2. 金型,      3. 冷凍空調,      4. 電子部品・デバイスの実装,
- 5. プラスチック成形加工,      6. 粉末冶金,      7. 溶射・蒸着,      8. 鍛造,      9. 動力伝達,
- 10. 部材の締結,      11. 鋳造,      12. 金属プレス加工,      13. 位置決め,      14. 切削加工,
- 15. 繊維加工,      16. 高機能化学合成,      17. 熱処理,      18. 溶接,      19. 塗装,      20. めっき,
- 21. 発酵,      22. 真空,      23. その他 (  )



問 6. 貴社が採択された「戦略的基盤技術高度化支援事業」(サポイン事業)の年度と、技術分野をお教えください。(問 5 の「技術分野リスト」の番号をご記入願います。)

採択年度	技術分野 (上記リストの番号でお答えください)
平成 ( ) 年度	
平成 ( ) 年度	
平成 ( ) 年度	

問 7. 貴社が採択された特定研究開発等計画の、**事業化の状況**についてお伺いします。応募時の計画書に書かれた**研究開発成果そのもの**で判断した場合、事業化の状況をお答えください。該当するカッコの中に、ひとつ〇をご記入ください。

[※ なお、2 回以上 採択された方は、〇ではなく 採択年度 をご記入ください。]

《当初計画》

- ( ) 1. 継続的な売上実績があり、利益も上がっている
- ( ) 2. 継続的に売上実績があるが、利益は上げていない
- ( ) 3. 製品の売上実績があるが、継続的なものではない
- ( ) 4. 注文(契約)が取れた段階であり、まだ売上実績はない
- ( ) 5. 製品販売に関する宣伝等を行っている (売上実績はない)
- ( ) 6. 研究開発実施中
- ( ) 7. 研究開発後、事業化を試みたが、現在は中止
- ( ) 8. 研究開発段階で中止

問 8. ひきつづき**事業化の状況**についてお伺いします。当初計画ではなく、研究開発に**派生した成果**で判断した場合をお答えください。該当するもの一つに、〇をお願いいたします。

[※ なお、2 回以上 採択された方は、〇ではなく 採択年度 をご記入ください。]

《派生成果》

- ( ) 1. 継続的な売上実績があり、利益も上がっている
- ( ) 2. 継続的に売上実績があるが、利益は上げていない
- ( ) 3. 製品の売上実績があるが、継続的なものではない
- ( ) 4. 注文(契約)が取れた段階であり、まだ売上実績はない
- ( ) 5. 製品販売に関する宣伝等を行っている (売上実績はない)
- ( ) 6. 研究開発実施中
- ( ) 7. 研究開発後、事業化を試みたが、現在は中止
- ( ) 8. 研究開発段階で中止
- ( ) 9. 派生した成果は特にない

問 9. 2009 年以降、貴社における、全社的な売上高に対する「研究開発費」の割合をご教示願います。当てはまる項目を一つ選び、○をお願い致します。

- |                                     |                                                |                                     |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. 5%未満    | <input type="checkbox"/> 2. 6%～10%             | <input type="checkbox"/> 3. 11%～20% |
| <input type="checkbox"/> 4. 21%～30% | <input type="checkbox"/> 5. 31%～40%            | <input type="checkbox"/> 6. 41%～50% |
| <input type="checkbox"/> 7. 51%以上   | <input type="checkbox"/> 7. 研究開発費は、とくに計上していない。 |                                     |

問 10. 貴社において、サポイン事業を通じて得られた効果やフィードバックについてうかがいます。当てはまる項目に○をお願い致します。(複数回答可)

- |                          |                         |   |
|--------------------------|-------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1. 従前よりも、技術力が向上した       |   |
| <input type="checkbox"/> | 2. 外部組織とのネットワークが強化された   |   |
| <input type="checkbox"/> | 3. 販売力が向上した             |   |
| <input type="checkbox"/> | 4. 取引先や金融機関に対する信用度が向上した |   |
| <input type="checkbox"/> | 5. 製品の企画力が向上した          |   |
| <input type="checkbox"/> | 6. 全社的な売上が伸びた           |   |
| <input type="checkbox"/> | 7. その他：[                | ] |

◆ 次の設問以降では、イノベーションへの 日々の取り組みについてご教示ください ◆

---

## II. プロダクト・イノベーションへの取り組みについてお伺いします

---

問 11. 2009 年以降、競合他社に先がけ、市場にとって画期的な新製品や新サービス (または、大きく改善された新製品や新サービス) を販売されましたか？  
当てはまる項目を一つ選び、○をご記入ください。

- |                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. 販売した | <input type="checkbox"/> 2. 販売していない |
|----------------------------------|-------------------------------------|

※ 「1. 販売した」とお答えの方は、問 12 へお進みください。また、  
「2. 販売していない」とお答えの方は、問 15 へお進みください。

問 12. 問 11 で「1. 販売した」とお答えの方にはうかがいます。この新製品や新サービスの開発は、主にどの機関で行われたのでしょうか？ 該当する項目を一つ選び、○をお願いします。

- |                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. | 主として、貴社が単独で開発       |
| <input type="checkbox"/> 2. | 貴社と、貴社以外の外部組織との共同開発 |
| <input type="checkbox"/> 3. | 主として、貴社以外の外部組織が開発   |

問 13. 問 11 で「1. 販売した」とお答えの方にはうかがいます。この新製品や新サービスの内容をご教示ください。複数お答え頂いて構いません。(自由回答)

問 14. 問 11 で「1. 販売した」とお答えの方にはうかがいます。この新製品や新サービスが今年度の貴社の全体売上に占める比率はどの程度でしょうか？ 該当する項目の一つに ○ をお願い致します。

- |                                      |                                     |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. 0% (売上無) | <input type="checkbox"/> 2. 1%~5%   | <input type="checkbox"/> 3. 6%~10%  |
| <input type="checkbox"/> 4. 11%~20%  | <input type="checkbox"/> 5. 21%~30% | <input type="checkbox"/> 6. 31%~40% |
| <input type="checkbox"/> 7. 41%~50%  | <input type="checkbox"/> 8. 51%以上   |                                     |

---

問 15. 2009 年以降、競合他社はすでに取り扱っているが、自社にとっては画期的な新製品や新サービス、(または、大きく改善された新製品や新サービス) を販売されましたか？ 当てはまる項目を一つ選び、○をご記入ください。

- |                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. 販売した | <input type="checkbox"/> 2. 販売していない |
|----------------------------------|-------------------------------------|

※ 「1. 販売した」とお答えの方は、問 16 へお進みください。また、  
「2. 販売していない」とお答えの方は、問 19 へお進みください。

問 16. 問 15 で「1. 販売した」とお答えの方にはうかがいます。この製品・サービスの開発は、主にどの機関で行われたのでしょうか？ 該当する項目を一つ選び、○をお願いします。

- |                                                 |
|-------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. 主として、貴社が単独で開発       |
| <input type="checkbox"/> 2. 貴社と、貴社以外の外部組織との共同開発 |
| <input type="checkbox"/> 3. 主として、貴社以外の外部組織が開発   |

問 17. 問 15 で「1. 販売した」とお答えの方にはうかがいます。この新製品や新サービスの内容をご教示ください。複数お答え頂いて構いません。(自由回答)

問 18. 問 15 で「1. 販売した」とお答えの方にうかがいます。この新製品や新サービスが、今年度の貴社の全体売上に占める比率はどの程度でしょうか？ 該当する項目の一つに ○ をお願い致します。

- |                                      |                                     |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. 0% (売上無) | <input type="checkbox"/> 2. 1%~5%   | <input type="checkbox"/> 3. 6%~10%  |
| <input type="checkbox"/> 4. 11%~20%  | <input type="checkbox"/> 5. 21%~30% | <input type="checkbox"/> 6. 31%~40% |
| <input type="checkbox"/> 7. 41%~50%  | <input type="checkbox"/> 8. 51%以上   |                                     |

---

### III. プロセス・イノベーションへの取り組みについてお伺いします。

---

問 19. 2009 年以降、新しい製造方法や生産方法、あるいは、大きく改良された製造方法や生産方法を導入されましたか？ 自力で（＝貴社単独で）導入されたのか、あるいは、外部組織の力を借りたのかもあわせ、ご回答をお願いします。  
当てはまる項目を一つ選び、○をご記入ください。

- |                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. 自力で導入した                 |
| <input type="checkbox"/> 2. 貴社と、貴社以外の外部組織が、協力して導入した |
| <input type="checkbox"/> 3. 主として、外部組織の力を借りて導入した     |
| <input type="checkbox"/> 4. 導入していない                 |

問 20. 2009 年以降、新しい物流や配送方法、あるいは、大きく改良された物流や配送方法を導入されましたか？ 自力で（＝貴社単独で）導入されたのか、あるいは、外部組織の力を借りたのかもあわせ、ご回答をお願いします。  
当てはまる項目を一つ選び、○をご記入ください。

- |                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. 自力で導入した                 |
| <input type="checkbox"/> 2. 貴社と、貴社以外の外部組織が、協力して導入した |
| <input type="checkbox"/> 3. 主として、外部組織の力を借りて導入した     |
| <input type="checkbox"/> 4. 導入していない                 |

問 21. 2009 年以降、「保守」、「購買／調達」、「会計」、「人事管理」といった 業務支援プロセスにおいて、新しい方法、あるいは、大きく改良された方法を導入されましたか？  
当てはまる項目を一つ選び、○をご記入ください。

- |                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. 自力で導入した                 |
| <input type="checkbox"/> 2. 貴社と、貴社以外の外部組織が、協力して導入した |
| <input type="checkbox"/> 3. 主として、外部組織の力を借りて導入した     |
| <input type="checkbox"/> 4. 導入していない                 |

#### IV. イノベーションへの取り組みを支える 情報源についてお伺いします

問 22. 上記 II の「プロダクト・イノベーション」や、III の「プロセス・イノベーション」のための情報源についてうかがいます。新製品の導入や、プロセスの改善に必要な「技術」・「知識」・「気づき」等を得るうえで、下記の情報源の重要度をお教えてください。（それぞれの行について、該当する「数字」を一つ選び、○をご記入ください。）

	「技術」・「知識」・「気づき」等の 情報源	情報源の重要度 (2009 年以降)			
内部	a. 貴社の社内リソース	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
	b. 材料、部品、装置などのサプライヤ	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
市場関連	c. 顧客、エンドユーザ	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
	d. 競合他社	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
	e. 金融機関	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
	f. コンサルタント、税理士、診断士、など	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
教育研究機関	g. 大学、高等専門学校	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
	h. 公設試、産業技術センター等	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
	i. その他、政府系研究機関や公的研究機関	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
その他	j. 学会、協会など	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
	k. 展示会、見本市など	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない
	l. その他 [ ]	1. 非常に重要	2. 重要	3. あまり重要ではない	4. 全く利用していない

問 23. 2009 年以降、上記の情報源のうち、もっとも重要だったのはどれでしょうか？  
上記の表のアルファベット (a, b, ...) でご回答ください。  
(該当項目が無い場合は、空欄で結構です。)

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>プロダクト・イノベーション</u> に対して、もっとも重要な情報源 ( )</li> <li>・ <u>プロセス・イノベーション</u> に対して、もっとも重要な情報源 ( )</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

## V. マーケティングに関するイノベーションについて お伺いします

---

問 24. 2009 年以降、貴社が提供される製品やサービスにおいて、デザインやパッケージに大きな変更がありましたか？（ただし、機能や用途の大幅な変更をともなうような事例は除外してください。これらはプロダクト・イノベーションに相当します。）

1. 変更があった  2. 無かった

問 25. 2009 年以降、自社の製品や技術を販促する上で、新たな手法やメディアを利用されましたか？（例：新しい広告手法を導入した、新ブランドを立ち上げた、等）

1. 利用した  2. 利用していない

問 26. 2009 年以降、自社製品やサービスに新たな価格付けを導入されましたか？（例：きめ細かい需要に応じた価格付け、ボリュームディスカウント、など）

1. 導入した  2. 導入していない

---

## VI. 知財について伺います

---

問 27. 過去 5 年間、貴社が出願された特許について 該当する項目に○をお願い致します。（複数回答可） また、お手数ですが、その件数を〔 〕内にご教示願います。

1. 特許を、貴社単独で出願したことがある（計〔 〕件）  
 2. 特許を、外部機関と共同で出願したことがある（計〔 〕件）  
 3. 特許を出願したことはない

問 28. 過去 5 年間、貴社が登録された特許について 該当する項目に○をお願い致します。（複数回答可） また、お手数ですが、その件数を〔 〕内にご教示願います。

1. 特許を、貴社単独で登録したことがある（計〔 〕件）  
 2. 特許を、外部機関と共同で登録したことがある（計〔 〕件）  
 3. 特許を登録したことはない

問 29. 特許には、権利保護やライセンス収入などのメリットがある反面、デメリットとして、社外へ 技術やノウハウが流出してしまう可能性が考えられます。この点、どのようにお考えでしょうか。 該当する番号に○印をお付けください

1. メリットが大きいのので、どちらかといえば、積極的に特許化を推進したい。  
 2. デメリットが大きいのので、どちらかといえば、特許化には消極的である。

## VII. 貴社のプロフィールを伺います

問 30. 貴社の、2009 年度、2011 年度の従業員数をご教示願います。

2009 年度: 正規従業者数 ( ) 人, 非正規従業者数 ( ) 人
2011 年度: 正規従業者数 ( ) 人, 非正規従業者数 ( ) 人

問 31. 貴社の、2009 年度、2011 年度の技術者数をご教示願います。

2009 年度: 技術者数( ) 人, 2011 年度: 技術者数 ( ) 人
-----------------------------------------

問 32. 貴社における、2009 年度、2011 年度の売上高をご教示願います。

2009 年度: ( ) 百万円, 2011 年度: ( ) 百万円
------------------------------------

問 33. 2012 年 現在、海外市場における売上高は、貴社の全体売上の何パーセント程度でしょうか？ 該当する項目ひとつに○をお願い致します。

<input type="checkbox"/> 1. 0% (売上無)	<input type="checkbox"/> 2. 1%~5%	<input type="checkbox"/> 3. 6%~10%
<input type="checkbox"/> 4. 11%~20%	<input type="checkbox"/> 5. 21%~30%	<input type="checkbox"/> 6. 31%~40%
<input type="checkbox"/> 7. 41%~50%	<input type="checkbox"/> 8. 51%以上	

問 34. 2009 年度、2011 年度において、技術開発や研究開発に使った費用を、概算でかまいませんのでご教示願います。(技術者の人件費も、ここに含めてください。)

2009 年度: ( ) 百万円, 2011 年度: ( ) 百万円
------------------------------------

問 35. サポイン事業に対して、何かお気づきの点があれば、ご記入をお願い致します。

------------------------------------------

質問は以上です。年末ゆえご多忙のこととは存じますが、この用紙を別添の返信用封筒にて

**12月7日 (金)** までにご投函いただけますよう、何卒よろしくお願い申し上げます。

なお、後日、ご回答内容に関する詳細の確認のために、ご連絡をとらせて頂くことがございますので、その際はご協力のほど、よろしくお願い申し上げます。

また、もしも差し支えなければ、次ページにもご記入を頂ければ幸いです。

貴社(事業所)名		
ご担当者様	部署名	
	お役職	
	お名前	
ご連絡先様	所在地	〒
	E-mail	
	TEL	
	FAX	

《ご協力、誠にありがとうございました》



## 資料編 (3)

# 「中小企業の技術の高度化と高付加価値化」に係る アンケート

## 集計結果

- ① 単純集計の結果 . . . . . 1 2 1
- ② クロス集計の結果 (一部抜粋) . . . . . 1 3 6



## 「中小企業の技術の高度化と高付加価値化」に係るアンケート

### ① 単純集計の結果

#### 【I. 製品、技術、研究開発活動について】

##### 問1. 製品・サービスのライフサイクル期間（最短）

	有効 回答 数	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	9 年
合計 比率	400 100.0	73 18.3	41 10.3	72 18.0	7 1.8	105 26.3	2 0.5	2 0.5	5 1.3	- -

	有効 回答 数	1 0 年	1 1 5 年	1 6 2 0 年	2 1 3 0 年	3 1 5 0 年	5 1 年 以 上	無 回 答	平 均 （ 年 ）	標 準 偏 差
合計 比率	400 100.0	69 17.3	9 2.3	9 2.3	5 1.3	1 0.3	- -	18	5.5	5.4

##### 問1. 製品・サービスのライフサイクル期間（最長）

	有効 回答 数	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	9 年
合計 比率	401 100.0	9 2.2	11 2.7	19 4.7	6 1.5	76 19.0	5 1.2	13 3.2	7 1.7	- -

	有効 回答 数	1 0 年	1 1 5 年	1 6 2 0 年	2 1 3 0 年	3 1 5 0 年	5 1 年 以 上	無 回 答	平 均 （ 年 ）	標 準 偏 差
合計 比率	401 100.0	124 30.9	29 7.2	54 13.5	31 7.7	9 2.2	8 2.0	17	14.2	18.6

問2. 研究開発や技術開発の成果が新たな製品・サービスの市場化へ結びつくまでの期間（最短）

	有効回答数	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年
合計	401	137	71	123	5	57	-	1	1.0	-
比率	100.0	34.2	17.7	30.7	1.2	14.2	-	0.2	0.2	-

	有効回答数	10年	11~15年	16~20年	21~30年	31~50年	51年以上	無回答	平均（年）	標準偏差
合計	401	6	-	-	-	-	-	17	2.6	1.7
比率	100.0	1.5	-	-	-	-	-	4.2	2.6	1.7

問2. 研究開発や技術開発の成果が新たな製品・サービスの市場化へ結びつくまでの期間（最長）

	有効回答数	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年
合計	399	6	33	86	12	153	9	14	7	-
比率	100.0	1.5	8.3	21.6	3.0	38.3	2.3	3.5	1.8	-

	有効回答数	10年	11~15年	16~20年	21~30年	31~50年	51年以上	無回答	平均（年）	標準偏差
合計	399	68	5	6	-	-	-	19	5.6	3.3
比率	100.0	17.0	1.3	1.5	-	-	-	4.8	5.6	3.3

問3. 過去3年間における、製品・サービスを取り巻く環境変化について〈複数回答〉

	有効回答数	ライフサイクルが短くなった	市場に投入するまでにかかる時間が増えた	市場に投入するまでにかかる費用が増えた	求められる品質が高くなった	ニーズが多様化した	製品や技術に関する情報の伝搬が早くなった	標準化が進んだ	その他	無回答
合計	413	123	71	120	289	231	85	40	26	5
比率	100.0	29.8	17.2	29.1	70.0	55.9	20.6	9.7	6.3	

問5-1. 保有しているコア技術〈複数回答〉

	有効回答数	組込みソフトウェア	金型	冷凍空調	電子部品・デバイスの実装	プラスチック成形加工	粉末冶金	溶射・蒸着	鍛造	動力伝達	部材の締結	鋳造	金属プレス加工
合計	418	71	80	1	47	47	16	18	23	12	15	42	43
比率	100.0	17.0	19.1	0.2	11.2	11.2	3.8	4.3	5.5	2.9	3.6	10.0	10.3

	有効回答数	位置決め	切削加工	繊維加工	高機能化学合成	熱処理	溶接	塗装	めっき	発酵	真空	その他	無回答
合計	418	36	85	15	29	40	41	15	31	16	31	104	-
比率	100.0	8.6	20.3	3.6	6.9	9.6	9.8	3.6	7.4	3.8	7.4	24.9	

問5-2. 保有しているコア技術〈最も主要な技術〉

	有効回答数	組込みソフトウェア	金型	冷凍空調	電子部品・デバイスの実装	プラスチック成形加工	粉末冶金	溶射・蒸着	鍛造	動力伝達	部材の締結	鋳造	金属プレス加工
合計	406	32	31	1	25	26	8	8	12	4	3	33	17
比率	100.0	7.9	7.6	0.2	6.2	6.4	2.0	2.0	3.0	1.0	0.7	8.1	4.2

	有効回答数	位置決め	切削加工	繊維加工	高機能化学合成	熱処理	溶接	塗装	めっき	発酵	真空	その他	無回答
合計	406	12	35	11	17	13	9	4	20	10	13	62	12
比率	100.0	3.0	8.6	2.7	4.2	3.2	2.2	1.0	4.9	2.5	3.2	15.3	

問6. 「戦略的基盤技術高度化支援業」(サポイン事業)の採択年度

	有効回答数	平成15年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	無回答
合計	504	1	46	47	34	122	206	38	10	-
比率	100.0	0.2	9.1	9.3	6.7	24.2	40.9	7.5	2.0	

問6. 「戦略的基盤技術高度化支援業」(サポイン事業)の採択技術分野

	有効回答数	組込みソフトウェア	金型	冷凍空調	電子部品・デバイスの実装	プラスチック成形加工	粉末冶金	溶射・蒸着	鍛造	動力伝達	部材の締結	鋳造	金属プレス加工
合計	504	48	41	-	35	41	13	9	19	8	7	43	35
比率	100.0	9.5	8.1	-	6.9	8.1	2.6	1.8	3.8	1.6	1.4	8.5	6.9

	有効回答数	位置決め	切削加工	繊維加工	高機能化学合成	熱処理	溶接	塗装	めっき	発酵	真空	その他	無回答
合計	504	19	43	11	25	24	17	-	26	19	8	13	-
比率	100.0	3.8	8.5	2.2	5.0	4.8	3.4	-	5.2	3.8	1.6	2.6	

問7. 当初計画で判断した場合の事業化の状況

	有効回答数	継続的な売上実績がある	継続的に売上実績がない	製品の売上実績がある	製品の売上実績がない	注文(契約)が取れた段階ではない	注文(契約)が取れた段階ではない	製品販売に関する宣伝等を行っていない	製品販売に関する宣伝等を行っていない	研究開発実施中	研究開発後、現在は中止	研究開発段階で中止	無回答
合計	493	51	26	48	17	91	220	27	13	11			
比率	100.0	10.3	5.3	9.7	3.4	18.5	44.6	5.5	2.6				

問8. 派生成果で判断した場合の事業化の状況

	有効回答数	継続的な売上実績がある	継続的に売上実績がない	製品の売上実績がある	製品の売上実績がない	注文(契約)が取れた段階ではない	注文(契約)が取れた段階ではない	製品販売に関する宣伝等を行っていない	製品販売に関する宣伝等を行っていない	研究開発実施中	研究開発後、現在は中止	研究開発段階で中止	派生した成果は特にない	無回答
合計	479	44	26	53	14	75	177	8	9	73	25			
比率	100.0	9.2	5.4	11.1	2.9	15.7	37.0	1.7	1.9	15.2				

問 9. 2009 年以降、売上高に占める研究開発費の割合

	有効 回答 数	5 % 未 満	6 % 1 0 %	1 % 1 0 %	2 % 1 0 %	3 % 1 0 %	4 % 1 0 %	5 % 1 0 %	いと なく に 計 上 し て 、 研 究 開 発 費 は 、	無 回 答
合計 比率	410 100.0	229 55.9	64 15.6	25 6.1	12 2.9	3 0.7	6 1.5	36 8.8	35 8.5	8

問 10. サポイン事業を通じて得られた効果やフィードバックについて〈複数回答〉

	有効 回答 数	従 前 よ り も 、 技 術 力 が 向 上 し た	外 部 組 織 と の ネ ッ ト ー ク が 強 化 さ れ た	販 売 力 が 向 上 し た	取 引 先 や 金 融 機 関 に 対 す る 信 用 度 が 向 上 し た	製 品 の 企 画 力 が 向 上 し た	全 社 的 な 売 上 が 伸 び た	そ の 他	無 回 答
合計 比率	417 100.0	319 76.5	288 69.1	40 9.6	144 34.5	94 22.5	35 8.4	11 2.6	1

【Ⅱ. プロダクト・イノベーションへの取り組みについて】

問 11. 2009 年以降、競合他社に先がけ、市場にとって画期的な新製品や新サービスの販売の有無

	有効 回答 数	販 売 し た	販 売 し て い な い	無 回 答
合計 比率	418 100.0	183 43.8	235 56.2	-

問 12. 新製品や新サービスの開発主体（問 11 で「販売した」と回答した方対象）

	有効 回答 数	開 発 主 と し て 、 自 社 が 単 独 で	組 織 と の 共 同 開 発	主 と し て 、 自 社 以 外 の 外 部 組 織 が 開 発	無 回 答 ／ 非 該 当
合計 比率	183 100.0	104 56.8	73 39.9	6 3.3	235

問 14. 新製品や新サービスの売上に占める割合（問 11 で「販売した」と回答した方対象）

	有効回答数	0%（売上無）	15%	60%	15%	23%	34%	45%	51%以上	無回答／非該当
合計	182	13	99	25	14	8	4	4	15	236
比率	100.0	7.1	54.4	13.7	7.7	4.4	2.2	2.2	8.2	

問 15. 2009 年以降、競合他社はすでに取り扱っているが、自社にとっては画期的な新製品や新サービスの販売の有無

	有効回答数	販売した	販売していない	無回答
合計	418	125	293	-
比率	100.0	29.9	70.1	

問 16. 新製品や新サービスの開発主体（問 15 で「販売した」と回答した方対象）

	有効回答数	開発主として、自社が単独で	自社との共同開発	外部組織として、自社以外の外部	無回答／非該当
合計	123	71	45	7	295
比率	100.0	57.7	36.6	5.7	

問 18. 新製品や新サービスの売上に占める割合（問 15 で「販売した」と回答した方対象）

	有効回答数	0%（売上無）	15%	60%	15%	23%	34%	45%	51%以上	無回答／非該当
合計	123	10	72	18	4	9	2	2	6	295
比率	100.0	8.1	58.5	14.6	3.3	7.3	1.6	1.6	4.9	



【Ⅲ. プロセス・イノベーションへの取り組みについて】

問 19. 2009 年以降、新しい製造方法や生産方法（あるいは、大きく改良）の導入の有無

	有効回答数	自力で導入した	自社と、協力をした	外部組織の力を借りて導入した	主として、外部組織の力を借りて導入した	導入していない	無回答
合計	416	122	95	15	184	2	
比率	100.0	29.3	22.8	3.6	44.2		

問 20. 2009 年以降、新しい物流や配送方法（あるいは、大きく改良）の導入の有無

	有効回答数	自力で導入した	自社と、協力をした	外部組織の力を借りて導入した	主として、外部組織の力を借りて導入した	導入していない	無回答
合計	414	13	18	9	374	4	
比率	100.0	3.1	4.3	2.2	90.3		

問 21. 2009 年以降、業務支援プロセスにおいて、新しい方法（あるいは、大きく改良）の導入の有無

	有効回答数	自力で導入した	自社と、協力をした	外部組織の力を借りて導入した	主として、外部組織の力を借りて導入した	導入していない	無回答
合計	413	55	38	18	302	5	
比率	100.0	13.3	9.2	4.4	73.1		

#### 【Ⅳ. イノベーションへの取り組みを支える情報源について】

##### 問 22. 情報源の重要度

情報源		有効回答数	非常に重要	重要	あまり重要ではない	全く利用していない	無回答
a.社内リソース	合計	412	159	205	43	5	6
	比率	100.0	38.6	49.8	10.4	1.2	
b.材料、部品、装置などのサプライヤ	合計	407	121	234	42	10	11
	比率	100.0	29.7	57.5	10.3	2.5	
c.顧客、エンドユーザ	合計	415	301	99	13	2	3
	比率	100.0	72.5	23.9	3.1	0.5	
d.競合他社	合計	408	102	215	77	14	10
	比率	100.0	25.0	52.7	18.9	3.4	
e.金融機関	合計	410	22	132	188	68	8
	比率	100.0	5.4	32.2	45.9	16.6	
f.コンサルタント、税理士、診断士、など	合計	408	15	120	199	74	10
	比率	100.0	3.7	29.4	48.8	18.1	
g.大学、高等専門学校	合計	415	104	205	77	29	3
	比率	100.0	25.1	49.4	18.6	7.0	
h.公設試、産業技術センター等	合計	414	84	233	82	15	4
	比率	100.0	20.3	56.3	19.8	3.6	
i.その他、政府系機関や公的研究機関	合計	411	63	227	93	28	7
	比率	100.0	15.3	55.2	22.6	6.8	
j.学会、協会など	合計	414	55	215	122	22	4
	比率	100.0	13.3	51.9	29.5	5.3	
k.展示会、見本市など	合計	415	101	235	73	6	3
	比率	100.0	24.3	56.6	17.6	1.4	
l.その他	合計	65	11	8	23	23	353
	比率	100.0	16.9	12.3	35.4	35.4	

問 23-1. 2009 年以降、プロダクト・イノベーションについて、もっとも重要な情報源

有効回答数	内部	市場関係						
	社内リソース	計	材料、部品、装置などのサプライヤ	顧客、エンドユーザ	競合他社	金融機関	士、コンサルタント、税理士、など	
合計	375	29	264	31	221	9	3	-
比率	100.0	7.7	70.4	8.3	58.9	2.4	0.8	-

有効回答数	教育研究機関					その他				無回答
	計	大学、高等専門学校	公設、試験、産業技術センター等	その他の、政府系研究機関	や公的研究機関	計	学会、協会など	展示会、見本市など	その他	
合計	375	49	29	13	7	33	7	22	4	43
比率	100.0	13.1	7.7	3.5	1.9	8.8	1.9	5.9	1.1	

問 23-2. 2009 年以降、プロセス・イノベーションについてもっとも重要な情報源

有効回答数	内部	市場関係						
	社内リソース	計	材料、部品、装置などのサプライヤ	顧客、エンドユーザ	競合他社	金融機関	士、コンサルタント、税理士、など	
合計	333	68	151	54	61	22	1	13
比率	100.0	20.4	45.3	16.2	18.3	6.6	0.3	3.9

有効回答数	教育研究機関					その他				無回答
	計	大学、高等専門学校	公設、試験、産業技術センター等	その他の、政府系研究機関	や公的研究機関	計	学会、協会など	展示会、見本市など	その他	
合計	333	69	28	29	12	45	11	31	3	85
比率	100.0	20.7	8.4	8.7	3.6	13.5	3.3	9.3	0.9	

【V. マーケティングに関するイノベーションについて】

問 24. 2009 年以降、自社で提供する製品・サービスのデザインやパッケージの変更の有無

	有効 回答 数	変 更 が あ っ た	無 か っ た	無 回 答
合計	416	63	353	2
比率	100.0	15.1	84.9	

問 25. 2009 年以降、自社の製品や技術を販売促進をする上で、新たな手法やメディアの利用の有無

	有効 回答 数	利 用 し た	利 用 し て い な い	無 回 答
合計	416	157	259	2
比率	100.0	37.7	62.3	

問 26. 2009 年以降、自社製品やサービスに新たな価格付けの導入の有無

	有効 回答 数	導 入 し た	導 入 し て い な い	無 回 答
合計	415	125	290	3
比率	100.0	30.1	69.9	

#### 【IV. 知的財産について】

問 27. 過去5年間に於いて、特許出願の有無（複数回答）

	有効回答数	特許をしたことが、自社単独で出願	特許を出願し、外部機関がある共同	特許を出願したことはなし	無回答
合計	415	213	212	115	3
比率	100.0	51.3	51.1	27.7	

問 27-1. 過去5年間で、自社単独で特許出願した件数

	有効回答数	1件	2件	3件	4件	5件	6件	7件	8件
合計	204	55	39	23	20	14	4	1	5
比率	100.0	27.0	19.1	11.3	9.8	6.9	2.0	0.5	2.5

	有効回答数	9件	10件	11件	12件	13件	14件	15件	16件以上	無回答／非該当	平均（件）	標準偏差
合計	204	1	7	7	9	19	214	9.1	18.9			
比率	100.0	0.5	3.4	3.4	4.4	9.3						

問 27-2. 過去5年間で、外部機関と共同で特許出願した件数

	有効回答数	1件	2件	3件	4件	5件	6件	7件	8件
合計	202	60	50	26	15	13	8	2	8
比率	100.0	29.7	24.8	12.9	7.4	6.4	4.0	1.0	4.0

	有効回答数	9件	10件	11件	12件	13件	14件	15件	16件以上	無回答／非該当	平均（件）	標準偏差
合計	202	2	3	6	5	4	216	4.1	5.6			
比率	100.0	1.0	1.5	3.0	2.5	2.0						

問 28. 過去5年間に於いて、登録された特許の有無

	有効回答数	特許をしたことがあるが、自社単独で出願	特許を出願したことが外部機関と共同	特許を出願したことはなし	無回答
合計	400	146	140	188	18
比率	100.0	36.5	35.0	47.0	

問 28-1. 過去5年間で、自社単独で登録した特許の件数

	有効回答数	1件	2件	3件	4件	5件	6件	7件	8件
合計	134	49	28	11	8	9	5	-	-
比率	100.0	36.6	20.9	8.2	6.0	6.7	3.7	-	-

	有効回答数	9件	10件	11~15件	16~20件	21件以上	無回答／非該当	平均(件)	標準偏差
合計	134	-	5	3	3	13	284	7.4	14.7
比率	100.0	-	3.7	2.2	2.2	9.7			

問 28-2. 過去5年間で、外部機関と共同で登録した特許の件数

	有効回答数	1件	2件	3件	4件	5件	6件	7件	8件
合計	132	58	32	14	5	7	8	1	3
比率	100.0	43.9	24.2	10.6	3.8	5.3	6.1	0.8	2.3

	有効回答数	9件	10件	11~15件	16~20件	21件以上	無回答／非該当	平均(件)	標準偏差
合計	132	-	-	4	-	-	286	2.7	2.6
比率	100.0	-	-	3.0	-	-			

問 29. 特許のメリット、デメリットについての考え方

	有効回答数	特許化を推進したい	メリットが大きいので、積極的に	どちらかといえ、積極的にある	デメリットが大きいので、特許化	特許とノウハウを使い分ける	無回答
合計	404	244	156	4	14		
比率	100.0	60.4	38.6	1.0			

【IV. 企業プロフィールについて】

問 30. 2009 年従業員数（正規従業員数・非正規従業員数）

従業員数	有効回答数	0人	1～5人	6～10人	11～30人	31～50人	51～100人	101人以上	201人以上	301人以上	無回答	平均（人）	標準偏差
		0人	1～5人	6～10人	11～30人	31～50人	51～100人	101人以上	201人以上	301人以上			
正規従業員数	412	1	49	28	91	47	93	53	29	21	6	83.8	110.8
比率	100.0	0.2	11.9	6.8	22.1	11.4	22.6	12.9	7.0	5.1			
非正規従業員数	359	0人	1～5人	6～10人	11～30人	31～50人	51～100人	101人以上	201人以上	301人以上	無回答	平均（人）	標準偏差
合計	359	71	120	43	80	19	21	4	1	-	59	14.5	25.8
比率	100.0	19.8	33.4	12.0	22.3	5.3	5.8	1.1	0.3	-			

問 30. 2011 年従業員数（正規従業員数・非正規従業員数）

従業員数	有効回答数	0人	1～5人	6～10人	11～30人	31～50人	51～100人	101人以上	201人以上	301人以上	無回答	平均（人）	標準偏差
		0人	1～5人	6～10人	11～30人	31～50人	51～100人	101人以上	201人以上	301人以上			
正規従業員数	415	1	47	30	89	56	86	55	27	24	3	85.7	117.1
比率	100.0	0.2	11.3	7.2	21.4	13.5	20.7	13.3	6.5	5.8			
非正規従業員数	362	59	129	39	84	22	17	11	1	-	56	16.5	29.6
合計	362	59	129	39	84	22	17	11	1	-	56	16.5	29.6
比率	100.0	16.3	35.6	10.8	23.2	6.1	4.7	3.0	0.3	-			

問 31. 技術者数 (2009 年度)

	有効 回答 数	0 人	1 人	2 人	3 人	4 人	5 人	6 人 ～ 10 人	11 人 ～ 15 人
合計	406	5	24	33	36	37	37	77	31
比率	100.0	1.2	5.9	8.1	8.9	9.1	9.1	19.0	7.6

	有効 回答 数	1 人 ～ 2 人	2 人 ～ 3 人	3 人 ～ 5 人	5 人 ～ 10 人	10 人 以上	無 回 答	平均 (人)	標準 偏差
合計	406	37	39	20	19	11	12	17.8	31.2
比率	100.0	9.1	9.6	4.9	4.7	2.7			

問 31. 技術者数 (2011 年度)

	有効 回答 数	0 人	1 人	2 人	3 人	4 人	5 人	6 人 ～ 10 人	11 人 ～ 15 人
合計	407	2	22	25	39	28	34	90	30
比率	100.0	0.5	5.4	6.1	9.6	6.9	8.4	22.1	7.4

	有効 回答 数	1 人 ～ 2 人	2 人 ～ 3 人	3 人 ～ 5 人	5 人 ～ 10 人	10 人 以上	無 回 答	平均 (人)	標準 偏差
合計	407	34	49	23	19	12	11	18.8	31.7
比率	100.0	8.4	12.0	5.7	4.7	2.9			

問 32. 2009 年・2011 年の売上高

年	有効 回答 数	未 5 億 円	5 億 円 ～ 10 億 円	10 億 円 ～ 30 億 円	30 億 円 ～ 50 億 円	50 億 円 ～ 100 億 円	100 億 円 ～ 300 億 円	300 億 円 ～ 500 億 円	500 億 円 ～ 1000 億 円	1000 億 円 以上	無 回 答	平均 (百万 円)	標準 偏差	
		未 5 億 円	5 億 円 ～ 10 億 円	10 億 円 ～ 30 億 円	30 億 円 ～ 50 億 円	50 億 円 ～ 100 億 円	100 億 円 ～ 300 億 円	300 億 円 ～ 500 億 円	500 億 円 ～ 1000 億 円					
2009年	合計	395	36	26	61	44	64	85	34	29	16	23	2,273.0	4,958.6
	比率	100.0	9.1	6.6	15.4	11.1	16.2	21.5	8.6	7.3	4.1			
2011年	合計	396	28	27	61	33	78	83	34	32	20	22	2,475.5	5,260.1
	比率	100.0	7.1	6.8	15.4	8.3	19.7	21.0	8.6	8.1	5.1			



問 33. 2012 年現在、全体売上高に占める海外市場での売上高の割合

	有効 回答 数	0 % (売上 無)	1 % 5	6 % 10	1 % 20	2 % 30	3 % 40	4 % 50	5 % 以上	無 回 答
合計 比率	405 100.0	191 47.2	101 24.9	31 7.7	27 6.7	16 4.0	14 3.5	6 1.5	19 4.7	13

問 34. 2009 年・2011 年の技術開発費・研究開発費

	有効 回答 数	5 0 0 万 円 未 満	1 5 0 0 万 円 未 満	1 2 0 0 万 円 未 満	1 3 0 0 万 円 未 満	2 4 0 0 万 円 未 満	3 5 0 0 万 円 未 満	4 6 0 0 万 円 未 満	5 7 0 0 万 円 未 満	1 億 円 未 満	3 億 円 未 満	5 億 円 未 満	1 0 億 円 以上	無 回 答	平均 (百万 円)	標 準 偏 差
		2009年	合計 比率	383 100.0	68 17.8	49 12.8	62 16.2	41 10.7	31 8.1	18 4.7	51 13.3	42 11.0	7 1.8	9 2.3	5 1.3	35
2011年	有効 回答 数	5 0 0 万 円 未 満	1 5 0 0 万 円 未 満	1 2 0 0 万 円 未 満	1 3 0 0 万 円 未 満	2 4 0 0 万 円 未 満	3 5 0 0 万 円 未 満	4 6 0 0 万 円 未 満	5 7 0 0 万 円 未 満	1 億 円 未 満	3 億 円 未 満	5 億 円 未 満	1 0 億 円 以上	無 回 答	平均 (百万 円)	標 準 偏 差
	合計 比率	386 100.0	64 16.6	40 10.4	60 15.5	44 11.4	34 8.8	19 4.9	50 13.0	47 12.2	9 2.3	10 2.6	9 2.3	32	112.2	370.0

# 「中小企業の技術の高度化と高付加価値化」に係るアンケート

## ② クロス集計の結果（一部抜粋）

問1.「ライフサイクル期間(最短)」× 問5.「コア技術」(関連図表: 図表3-7, 3-10)

	有効 回答 数	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	9 年	1 0 年	1 1 ~ 1 5 年	1 6 ~ 2 0 年	2 1 ~ 3 0 年	3 1 ~ 5 0 年	5 1 年 以上	無 回 答	平均 (年)		
合計	414 100.0	76 18.4	42 10.1	78 18.8	7 1.7	106 25.6	2 0.5	3 0.7	5 1.2	-	69 16.7	9 2.2	11 2.7	5 1.2	1 0.2	-	17	5.5		
保有 して いる コア 技術 (最 も 主 要 な 技 術)	組込みソフトウェア	30 100.0	2 6.7	3 10.0	10 33.3	1 3.3	12 40.0	-	-	1 3.3	-	1 3.3	-	-	-	-	-	3	4.0	
	金型	35 100.0	11 31.4	6 17.1	7 20.0	2 5.7	3 8.6	-	1 2.9	-	4 11.4	-	1 2.9	-	-	-	-	-	3.8	
	冷凍空調	1 100.0	-	-	-	-	1 100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	
	電子部品・デバイスの実装	27 100.0	4 14.8	5 18.5	8 29.6	-	8 29.6	2 7.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	
	プラスチック成形加工	27 100.0	6 22.2	2 7.4	8 29.6	1 3.7	5 18.5	-	1 3.7	1 3.7	-	1 3.7	1 3.7	-	1 3.7	-	-	-	4.9	
	粉末冶金	8 100.0	4 50.0	1 12.5	-	-	1 12.5	-	-	-	-	1 12.5	-	1 12.5	-	-	-	-	4.9	
	溶射・蒸着	8 100.0	1 12.5	1 12.5	3 37.5	-	2 25.0	-	-	-	-	1 12.5	-	-	-	-	-	-	4.0	
	鍛造	12 100.0	-	3 25.0	2 16.7	1 8.3	3 25.0	-	-	-	-	-	3 25.0	-	-	-	-	-	6.3	
	動力伝達	5 100.0	-	1 20.0	-	-	2 40.0	-	-	-	-	2 40.0	-	-	-	-	-	-	6.4	
	部材の締結	3 100.0	-	-	-	-	1 33.3	-	-	-	-	2 66.7	-	-	-	-	-	-	8.3	
	鋳造	36 100.0	6 16.7	2 5.6	6 16.7	1 2.8	9 25.0	-	1 2.8	-	-	10 27.8	-	1 2.8	-	-	-	-	5.7	
	金属プレス加工	17 100.0	5 29.4	2 11.8	-	1 5.9	5 29.4	-	-	1 5.9	-	3 17.6	-	-	-	-	-	-	4.5	
	位置決め	13 100.0	2 15.4	1 7.7	2 15.4	-	6 46.2	-	-	-	-	2 15.4	-	-	-	-	-	-	4.6	
	切削加工	34 100.0	9 26.5	1 2.9	10 29.4	-	6 17.6	-	-	-	-	7 20.6	-	1 2.9	-	-	-	-	3	4.7
	繊維加工	10 100.0	2 20.0	1 10.0	1 10.0	-	1 10.0	-	-	1 10.0	-	3 30.0	-	1 10.0	-	-	-	-	1	7.0
	高機能化学合成	17 100.0	3 17.6	4 23.5	2 11.8	-	4 23.5	-	-	-	-	2 11.8	-	1 5.9	1 5.9	-	-	-	1	6.3
	熱処理	11 100.0	2 18.2	-	2 18.2	-	1 9.1	-	-	-	-	2 18.2	1 9.1	2 18.2	1 9.1	-	-	-	2	10.7
	溶接	10 100.0	1 10.0	1 10.0	1 10.0	-	3 30.0	-	-	-	-	1 10.0	2 20.0	1 10.0	-	-	-	-	-	8.1
	塗装	3 100.0	-	1 33.3	-	-	2 66.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4.0
	めっき	16 100.0	1 6.3	-	3 18.8	-	7 43.8	-	-	-	-	4 25.0	-	-	-	1 6.3	-	-	4	8.4
発酵	9 100.0	2 22.2	-	-	-	3 33.3	-	-	-	-	3 33.3	1 11.1	-	-	-	-	-	1	6.9	
真空	13 100.0	1 7.7	3 23.1	2 15.4	-	4 30.8	-	-	-	-	2 15.4	-	1 7.7	-	-	-	-	-	5.6	
その他	69 100.0	14 20.3	4 5.8	11 15.9	-	17 24.6	-	-	1 1.4	-	18 26.1	1 1.4	1 1.4	2 2.9	-	-	-	1	6.1	
無回答	12 100.0	2 16.7	2 16.7	-	1 8.3	3 25.0	-	-	-	-	3 25.0	-	1 8.3	-	-	-	-	2	6.3	

問 1.「ライフサイクル期間(最長)」 × 問 5.「コア技術」(関連図表: 図表 3-7, 3-10)

	有効 回答 数	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	9 年	1 0 年	1 1 ~ 1 5 年	1 6 ~ 2 0 年	2 1 ~ 3 0 年	3 1 ~ 5 0 年	5 1 年 以上	無 回 答	平均 (年 )
合計	414 100.0	10 2.4	10 2.4	21 5.1	7 1.7	80 19.3	5 1.2	13 3.1	6 1.4	-	125 30.2	30 7.2	56 13.5	34 8.2	9 2.2	8 1.9	17	14.1
保有 して いる コア 技術 (最 も 主 要 な 技 術)	組込みソフトウェア	30 100.0	1 3.3	-	-	2 6.7	9 30.0	1 3.3	3 10.0	1 3.3	-	11 36.7	-	2 6.7	-	-	3	8.0
	金型	34 100.0	-	2 5.9	3 8.8	-	10 29.4	-	1 2.9	-	-	8 23.5	4 11.8	4 11.8	1 2.9	-	1	15.2
	冷凍空調	1 100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 100.0	-	-	-	-	-	10.0
	電子部品・デバイスの実装	27 100.0	1 3.7	2 7.4	2 7.4	-	9 33.3	-	2 7.4	-	-	11 40.7	-	-	-	-	-	6.7
	プラスチック成形加工	27 100.0	-	1 3.7	3 11.1	-	6 22.2	-	1 3.7	-	-	9 33.3	-	3 11.1	2 7.4	1 3.7	1 3.7	13.3
	粉末冶金	8 100.0	1 12.5	-	1 12.5	-	1 12.5	-	-	1 12.5	-	2 25.0	1 12.5	1 12.5	-	-	-	9.0
	溶射・蒸着	8 100.0	-	-	1 12.5	-	-	-	-	-	-	2 25.0	1 12.5	3 37.5	-	1 12.5	-	18.5
	鍛造	12 100.0	-	-	-	-	1 8.3	1 8.3	-	-	-	3 25.0	3 25.0	3 25.0	1 8.3	-	-	14.7
	動力伝達	5 100.0	-	-	1 20.0	-	-	-	-	-	-	1 20.0	1 20.0	1 20.0	1 20.0	-	-	15.6
	部材の締結	3 100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 33.3	1 33.3	-	1 33.3	-	-	18.3
	鋳造	34 100.0	1 2.9	-	-	1 2.9	5 14.7	-	2 5.9	1 2.9	-	12 35.3	3 8.8	5 14.7	4 11.8	-	-	12.9
	金属プレス加工	17 100.0	-	2 11.8	-	1 5.9	2 11.8	1 5.9	-	1 5.9	-	7 41.2	1 5.9	1 5.9	1 5.9	-	-	9.8
	位置決め	13 100.0	-	-	1 7.7	-	2 15.4	-	-	1 7.7	-	6 46.2	-	3 23.1	-	-	-	10.8
	切削加工	35 100.0	1 2.9	-	2 5.7	-	8 22.9	-	-	-	-	10 28.6	2 5.7	6 17.1	5 14.3	1 2.9	-	14.2
	繊維加工	10 100.0	-	1 10.0	-	1 10.0	2 20.0	-	-	-	-	2 20.0	-	1 10.0	3 30.0	-	-	14.6
	高機能化学合成	17 100.0	-	-	1 5.9	-	5 29.4	-	-	1 5.9	-	5 29.4	-	1 5.9	1 5.9	2 11.8	1 5.9	17.7
	熱処理	12 100.0	-	-	-	-	3 25.0	-	-	-	-	2 16.7	1 8.3	1 8.3	4 33.3	1 8.3	-	20.0
	溶接	10 100.0	1 10.0	-	-	1 10.0	1 10.0	-	-	-	-	2 20.0	1 10.0	3 30.0	1 10.0	-	-	13.5
	塗装	3 100.0	-	-	-	-	1 33.3	-	-	-	-	-	-	1 33.3	1 33.3	-	-	18.3
	めっき	16 100.0	-	-	-	-	2 12.5	-	-	-	-	7 43.8	2 12.5	3 18.8	-	-	2 12.5	29.4
	発酵	9 100.0	1 11.1	-	-	-	1 11.1	-	-	-	-	3 33.3	1 11.1	3 33.3	-	-	-	12.3
	真空	13 100.0	1 7.7	-	1 7.7	-	3 23.1	-	1 7.7	-	-	3 23.1	2 15.4	-	2 15.4	-	-	11.2
	その他	70 100.0	2 2.9	2 2.9	5 7.1	1 1.4	9 12.9	2 2.9	3 4.3	-	-	17 24.3	6 8.6	11 15.7	6 8.6	3 4.3	3 4.3	16.8
	無回答	12 100.0	-	1 8.3	1 8.3	-	-	-	-	1 8.3	-	4 33.3	2 16.7	2 16.7	1 8.3	-	-	12.8

問 2. 「市場化までの期間(最短)」× 問 5. 「コア技術」(関連図表: 図表 3-9, 3-11)

	有効 回答 数	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	9 年	1 0 年	1 1 ~ 1 5 年	1 6 ~ 2 0 年	2 1 ~ 3 0 年	3 1 ~ 5 0 年	5 1 年 以上	無 回 答	平均 (年 )		
合計	414 100.0	142 34.3	76 18.4	122 29.5	6 1.4	60 14.5	-	1 0.2	-	-	7 1.7	-	-	-	-	-	17	2.6		
保 有 し て い る コ ア 技 術 ( 最 も 主 要 な 技 術 )	組込みソフトウェア	31 100.0	8 25.8	8 25.8	11 35.5	-	3 9.7	-	-	-	1 3.2	-	-	-	-	-	-	2	2.6	
	金型	35 100.0	14 40.0	7 20.0	7 20.0	2 5.7	4 11.4	-	-	-	1 2.9	-	-	-	-	-	-	-	2.5	
	冷凍空調	1 100.0	-	-	1 100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	
	電子部品・デバイスの実装	27 100.0	8 29.6	6 22.2	9 33.3	-	4 14.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	
	プラスチック成形加工	27 100.0	8 29.6	3 11.1	10 37.0	1 3.7	5 18.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	
	粉末冶金	8 100.0	2 25.0	3 37.5	1 12.5	-	2 25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	
	溶射・蒸着	8 100.0	4 50.0	-	4 50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	
	鍛造	12 100.0	3 25.0	1 8.3	6 50.0	1 8.3	1 8.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	
	動力伝達	5 100.0	1 20.0	3 60.0	-	1 20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	
	部材の締結	3 100.0	1 33.3	-	-	-	2 66.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	
	鋳造	34 100.0	14 41.2	4 11.8	11 32.4	-	4 11.8	1 2.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.4
	金属プレス加工	16 100.0	5 31.3	4 25.0	4 25.0	-	2 12.5	-	-	-	1 6.3	-	-	-	-	-	-	-	1	2.8
	位置決め	13 100.0	7 53.8	3 23.1	1 7.7	-	2 15.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	
	切削加工	33 100.0	14 42.4	3 9.1	10 30.3	2 6.1	4 12.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2.4
	繊維加工	10 100.0	3 30.0	2 20.0	4 40.0	-	1 10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.4
	高機能化学合成	17 100.0	6 35.3	5 29.4	4 23.5	-	2 11.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.2
	熱処理	12 100.0	3 25.0	2 16.7	3 25.0	-	4 33.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3.0
	溶接	10 100.0	1 10.0	1 10.0	5 50.0	-	2 20.0	-	-	-	1 10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8
	塗装	3 100.0	1 33.3	-	2 66.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.3
	めっき	18 100.0	8 44.4	2 11.1	3 16.7	-	4 22.2	-	-	-	1 5.6	-	-	-	-	-	-	-	2	2.8
	発酵	9 100.0	3 33.3	3 33.3	1 11.1	-	2 22.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.4
	真空	13 100.0	2 15.4	2 15.4	5 38.5	-	4 30.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	
	その他	69 100.0	26 37.7	14 20.3	20 29.0	-	7 10.1	-	-	-	2 2.9	-	-	-	-	-	-	-	1	2.4
	無回答	12 100.0	3 25.0	2 16.7	5 41.7	-	1 8.3	-	1 8.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.9

問 2. 「市場化までの期間(最長)」× 問 5. 「コア技術」(関連図表: 図表 3-9, 3-11)

	有効 回答 数	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	6 年	7 年	8 年	9 年	1 0 年	1 1 年 1 5 年	1 6 年 2 0 年	2 1 年 3 0 年	3 1 年 5 0 年	5 1 年 以 上	無 回 答	平 均 ( 年 )	
合計	411 100.0	6 1.5	36 8.8	88 21.4	12 2.9	155 37.7	9 2.2	14 3.4	6 1.5	-	73 17.8	6 1.5	6 1.5	-	-	-	20	5.6	
保有 し て い る コ ア 技 術 ( 最 も 主 要 な 技 術 )	組込みソフトウェア	31 100.0	1 3.2	4 12.9	7 22.6	2 6.5	12 38.7	-	-	-	-	4 12.9	1 3.2	-	-	-	-	2	4.9
	金型	34 100.0	1 2.9	3 8.8	9 26.5	1 2.9	13 38.2	-	1 2.9	-	-	5 14.7	1 2.9	-	-	-	-	1	5.1
	冷凍空調	1 100.0	-	-	-	-	1 100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0
	電子部品・デバイスの実装	27 100.0	-	-	9 33.3	-	11 40.7	1 3.7	2 7.4	1 3.7	-	3 11.1	-	-	-	-	-	-	5.2
	プラスチック成形加工	27 100.0	1 3.7	-	4 14.8	1 3.7	12 44.4	1 3.7	1 3.7	-	-	7 25.9	-	-	-	-	-	-	5.9
	粉末冶金	8 100.0	-	-	1 12.5	-	4 50.0	-	-	-	-	3 37.5	-	-	-	-	-	-	6.6
	溶射・蒸着	8 100.0	-	1 12.5	2 25.0	-	3 37.5	-	1 12.5	-	-	1 12.5	-	-	-	-	-	-	5.0
	鍛造	12 100.0	-	-	3 25.0	1 8.3	3 25.0	2 16.7	1 8.3	1 8.3	-	1 8.3	-	-	-	-	-	-	5.4
	動力伝達	5 100.0	-	1 20.0	3 60.0	-	-	-	-	-	-	1 20.0	-	-	-	-	-	-	4.2
	部材の締結	3 100.0	-	-	-	-	-	1 33.3	-	-	-	2 66.7	-	-	-	-	-	-	8.7
	鋳造	32 100.0	-	4 12.5	5 15.6	1 3.1	16 50.0	1 3.1	-	-	-	5 15.6	-	-	-	-	-	4	5.1
	金属プレス加工	16 100.0	-	1 6.3	5 31.3	-	6 37.5	-	1 6.3	-	-	2 12.5	1 6.3	-	-	-	-	1	5.6
	位置決め	12 100.0	-	1 8.3	5 41.7	1 8.3	2 16.7	-	-	1 8.3	-	1 8.3	-	1 8.3	-	-	-	1	5.8
	切削加工	34 100.0	1 2.9	2 5.9	4 11.8	-	19 55.9	-	1 2.9	-	-	6 17.6	-	1 2.9	-	-	-	3	5.9
	繊維加工	10 100.0	-	3 30.0	1 10.0	-	4 40.0	1 10.0	-	1 10.0	-	-	-	-	-	-	-	1	4.3
	高機能化学合成	17 100.0	-	1 5.9	3 17.6	-	8 47.1	-	2 11.8	-	-	3 17.6	-	-	-	-	-	1	5.6
	熱処理	12 100.0	-	1 8.3	3 25.0	-	2 16.7	1 8.3	-	-	-	4 33.3	-	1 8.3	-	-	-	1	7.3
	溶接	10 100.0	-	-	1 10.0	-	3 30.0	-	-	1 10.0	-	3 30.0	1 10.0	1 10.0	-	-	-	-	9.1
	塗装	3 100.0	-	-	-	1 33.3	1 33.3	-	-	-	-	1 33.3	-	-	-	-	-	1	6.3
	めっき	18 100.0	-	1 5.6	3 16.7	1 5.6	6 33.3	-	-	-	-	5 27.8	1 5.6	1 5.6	-	-	-	2	7.2
	発酵	9 100.0	1 11.1	1 11.1	2 22.2	-	2 22.2	-	-	1 11.1	-	2 22.2	-	-	-	-	-	1	5.2
	真空	13 100.0	1 7.7	-	3 23.1	-	3 23.1	-	2 15.4	-	-	4 30.8	-	-	-	-	-	-	6.1
	その他	69 100.0	-	12 17.4	15 21.7	3 4.3	24 34.8	1 1.4	2 2.9	-	-	10 14.5	1 1.4	1 1.4	-	-	-	1	5.2
	無回答	12 100.0	-	1 8.3	3 25.0	1 8.3	4 33.3	-	-	1 8.3	-	2 16.7	-	-	-	-	-	2	5.3

問3.「製品・サービスを取り巻く環境」× 問5.「コア技術」(関連図表: 図表3-5)

	有効 回答 数	な ら い フ サイ クル が 短 く	か る 市 場 に 投 入 す る ま で に か	か る 市 場 に 投 入 す る ま で に か	な ら め ら れ る 品 質 が 高 く	ニ ー ズ が 多 様 化 し た	の 製 品 や 技 術 に 関 す る 情 報	標 準 化 が 進 ん だ	そ の 他	無 回 答		
合計	425 100.0	130 30.6	73 17.2	123 28.9	295 69.4	240 56.5	88 20.7	37 8.7	26 6.1	6		
保 有 し て い る コ ア 技 術 ( 最 も 主 要 な 技 術 )	組込みソフトウェア	33 100.0	9 27.3	7 21.2	9 27.3	19 57.6	21 63.6	10 30.3	3 9.1	2 6.1	-	
	金型	35 100.0	17 48.6	4 11.4	9 25.7	20 57.1	18 51.4	6 17.1	1 2.9	2 5.7	-	
	冷凍空調	1 100.0	- -	- -	1 100.0	1 100.0	- -	- -	- -	- -	- -	-
	電子部品・デバイスの実装	27 100.0	13 48.1	8 29.6	9 33.3	13 48.1	17 63.0	6 22.2	- -	1 3.7	-	
	プラスチック成形加工	27 100.0	8 29.6	4 14.8	7 25.9	20 74.1	15 55.6	5 18.5	1 3.7	2 7.4	-	
	粉末冶金	8 100.0	1 12.5	3 37.5	5 62.5	5 62.5	5 62.5	1 12.5	1 12.5	1 12.5	-	
	溶射・蒸着	8 100.0	3 37.5	- -	3 37.5	8 100.0	4 50.0	2 25.0	2 25.0	- -	- -	-
	鍛造	12 100.0	2 16.7	- -	1 8.3	10 83.3	5 41.7	2 16.7	2 16.7	3 25.0	-	
	動力伝達	5 100.0	- -	1 20.0	1 20.0	4 80.0	3 60.0	1 20.0	2 40.0	- -	- -	-
	部材の締結	3 100.0	- -	- -	- -	2 66.7	2 66.7	- -	- -	- -	- -	-
	鑄造	35 100.0	14 40.0	5 14.3	9 25.7	29 82.9	17 48.6	7 20.0	4 11.4	1 2.9	1	
	金属プレス加工	17 100.0	6 35.3	2 11.8	6 35.3	16 94.1	8 47.1	6 35.3	3 17.6	1 5.9	-	
	位置決め	13 100.0	1 7.7	4 30.8	4 30.8	9 69.2	9 69.2	4 30.8	2 15.4	- -	- -	-
	切削加工	36 100.0	13 36.1	4 11.1	7 19.4	25 69.4	19 52.8	6 16.7	1 2.8	3 8.3	1	
	繊維加工	11 100.0	2 18.2	1 9.1	3 27.3	8 72.7	5 45.5	1 9.1	2 18.2	3 27.3	-	
	高機能化学合成	18 100.0	9 50.0	5 27.8	1 5.6	11 61.1	10 55.6	3 16.7	- -	2 11.1	-	
	熱処理	13 100.0	2 15.4	4 30.8	4 30.8	9 69.2	8 61.5	1 7.7	- -	1 7.7	-	
	溶接	10 100.0	4 40.0	2 20.0	3 30.0	6 60.0	7 70.0	4 40.0	1 10.0	- -	- -	-
	塗装	4 100.0	1 25.0	1 25.0	2 50.0	2 50.0	3 75.0	1 25.0	- -	- -	- -	-
	めっき	19 100.0	5 26.3	1 5.3	6 31.6	11 57.9	13 68.4	4 21.1	2 10.5	- -	- -	1
	発酵	9 100.0	2 22.2	3 33.3	5 55.6	6 66.7	7 77.8	3 33.3	- -	- -	- -	1
	真空	13 100.0	4 30.8	2 15.4	5 38.5	11 84.6	9 69.2	3 23.1	1 7.7	- -	- -	-
	その他	68 100.0	14 20.6	12 17.6	23 33.8	50 73.5	35 51.5	12 17.6	9 13.2	4 5.9	2	
無回答	14 100.0	3 21.4	3 21.4	4 28.6	12 85.7	5 35.7	2 14.3	3 21.4	- -	- -	-	

- ① 問 11.「競合他社に先がけた新製品・新サービスの有無」 × 問 5.「コア技術」 (参考資料)  
 ② 問 12.「競合他社に先がけた新製品・新サービスの開発主体」 × 問 5.「コア技術」 (参考資料)

	①				②					
	有効回答数	販売した	販売していない	無回答	有効回答数	開発主として、自社が単独で	自社と、自社以外の外部	主として、自社以外の外部組織が開発	無回答／非該当	
合計	431 100.0	186 43.2	245 56.8	-	186 100.0	108 58.1	72 38.7	6 3.2	245	
保有しているコア技術	組込みソフトウェア	33 100.0	10 30.3	23 69.7	-	10 100.0	8 80.0	2 20.0	-	23
	金型	35 100.0	15 42.9	20 57.1	-	15 100.0	9 60.0	5 33.3	1 6.7	20
	冷凍空調	1 100.0	-	1 100.0	-	-	-	-	-	1
	電子部品・デバイスの実装	27 100.0	15 55.6	12 44.4	-	15 100.0	9 60.0	6 40.0	-	12
	プラスチック成形加工	27 100.0	10 37.0	17 63.0	-	10 100.0	5 50.0	4 40.0	1 10.0	17
	粉末冶金	8 100.0	5 62.5	3 37.5	-	5 100.0	3 60.0	2 40.0	-	3
	溶射・蒸着	8 100.0	4 50.0	4 50.0	-	4 100.0	2 50.0	1 25.0	1 25.0	4
	鍛造	12 100.0	3 25.0	9 75.0	-	3 100.0	1 33.3	2 66.7	-	9
	動力伝達	5 100.0	3 60.0	2 40.0	-	3 100.0	1 33.3	2 66.7	-	2
	部材の締結	3 100.0	1 33.3	2 66.7	-	1 100.0	-	1 100.0	-	2
	鋳造	36 100.0	13 36.1	23 63.9	-	13 100.0	5 38.5	8 61.5	-	23
	金属プレス加工	17 100.0	9 52.9	8 47.1	-	9 100.0	4 44.4	4 44.4	1 11.1	8
	位置決め	13 100.0	8 61.5	5 38.5	-	8 100.0	6 75.0	2 25.0	-	5
	切削加工	37 100.0	13 35.1	24 64.9	-	13 100.0	6 46.2	6 46.2	1 7.7	24
	繊維加工	11 100.0	4 36.4	7 63.6	-	4 100.0	2 50.0	2 50.0	-	7
	高機能化学合成	18 100.0	10 55.6	8 44.4	-	10 100.0	5 50.0	4 40.0	1 10.0	8
	熱処理	13 100.0	7 53.8	6 46.2	-	7 100.0	1 14.3	6 85.7	-	6
	溶接	10 100.0	3 30.0	7 70.0	-	3 100.0	3 100.0	-	-	7
	塗装	4 100.0	1 25.0	3 75.0	-	1 100.0	1 100.0	-	-	3
	めっき	20 100.0	8 40.0	12 60.0	-	8 100.0	6 75.0	2 25.0	-	12
	発酵	10 100.0	7 70.0	3 30.0	-	7 100.0	5 71.4	2 28.6	-	3
	真空	13 100.0	7 53.8	6 46.2	-	7 100.0	5 71.4	2 28.6	-	6
	その他	70 100.0	30 42.9	40 57.1	-	30 100.0	21 70.0	9 30.0	-	40
	無回答	14 100.0	7 50.0	7 50.0	-	7 100.0	5 71.4	2 28.6	-	7

- ① 問 15.「自社にとっては画期的な新製品・新サービスの有無」× 問 5.「コア技術」(参考資料)
- ② 問 16.「自社にとっては画期的な新製品・新サービスの開発主体」× 問 5.「コア技術」(参考資料)
- ③ 問 27.「過去5年間での特許出願の有無」× 問 5.「コア技術」(参考資料)

	①				②					③				
	有効回答数	販売した	販売していない	無回答	有効回答数	主として、自社が単独で開発	自社との共同開発	主として、自社以外の外部組織が開発	無回答/非該当	有効回答数	特許を、自社単独で出願したことがある	特許を、外部機関と共同で出願したことがある	特許を出願したことはない	無回答
合計	431	127	304	-	125	71	47	7	306	427	220	211	121	4
	100.0	29.5	70.5		100.0	56.8	37.6	5.6		100.0	51.5	49.4	28.3	
保有しているコア技術(最も主要な技術)	組込みソフトウェア	33	8	25	-	7	6	1	-	26	33	16	17	7
		100.0	24.2	75.8		100.0	85.7	14.3		100.0	48.5	51.5	21.2	
	金型	35	5	30	-	5	3	2	-	30	34	16	14	13
		100.0	14.3	85.7		100.0	60.0	40.0		100.0	47.1	41.2	38.2	1
	冷凍空調	1	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-
		100.0	-	100.0		-	-	-		100.0	-	100.0	-	
	電子部品・デバイスの実装	27	9	18	-	9	4	4	1	18	27	16	16	6
		100.0	33.3	66.7		100.0	44.4	44.4	11.1	100.0	59.3	59.3	22.2	
	プラスチック成形加工	27	8	19	-	8	3	5	-	19	27	11	14	9
		100.0	29.6	70.4		100.0	37.5	62.5		100.0	40.7	51.9	33.3	
	粉末冶金	8	4	4	-	4	3	1	-	4	8	7	7	-
		100.0	50.0	50.0		100.0	75.0	25.0		100.0	87.5	87.5	-	
	溶射・蒸着	8	2	6	-	2	-	1	1	6	8	4	3	4
		100.0	25.0	75.0		100.0	-	50.0	50.0	100.0	50.0	37.5	50.0	
	鍛造	12	4	8	-	4	3	1	-	8	11	4	7	2
		100.0	33.3	66.7		100.0	75.0	25.0		100.0	36.4	63.6	18.2	1
	動力伝達	5	-	5	-	-	-	-	-	5	5	2	1	3
		100.0	-	100.0		-	-	-		100.0	40.0	20.0	60.0	
	部材の締結	3	-	3	-	-	-	-	-	3	3	2	2	-
		100.0	-	100.0		-	-	-		100.0	66.7	66.7	-	
	鋳造	36	11	25	-	11	7	4	-	25	36	16	15	12
		100.0	30.6	69.4		100.0	63.6	36.4		100.0	44.4	41.7	33.3	
	金属プレス加工	17	7	10	-	7	2	5	-	10	17	10	7	4
		100.0	41.2	58.8		100.0	28.6	71.4		100.0	58.8	41.2	23.5	
	位置決め	13	7	6	-	7	4	3	-	6	13	9	6	3
		100.0	53.8	46.2		100.0	57.1	42.9		100.0	69.2	46.2	23.1	
	切削加工	37	8	29	-	8	2	5	1	29	35	16	10	14
		100.0	21.6	78.4		100.0	25.0	62.5	12.5	100.0	45.7	28.6	40.0	2
	繊維加工	11	3	8	-	3	1	2	-	8	11	7	4	3
		100.0	27.3	72.7		100.0	33.3	66.7		100.0	63.6	36.4	27.3	
	高機能化学合成	18	6	12	-	6	3	2	1	12	18	10	12	4
		100.0	33.3	66.7		100.0	50.0	33.3	16.7	100.0	55.6	66.7	22.2	
	熱処理	13	4	9	-	4	2	2	-	9	13	8	7	2
		100.0	30.8	69.2		100.0	50.0	50.0		100.0	61.5	53.8	15.4	
	溶接	10	1	9	-	1	1	-	-	9	10	5	6	3
		100.0	10.0	90.0		100.0	100.0	-		100.0	50.0	60.0	30.0	
	塗装	4	3	1	-	3	3	-	-	1	4	3	3	1
		100.0	75.0	25.0		100.0	100.0	-		100.0	75.0	75.0	25.0	
	めっき	20	5	15	-	5	3	1	1	15	20	5	6	11
		100.0	25.0	75.0		100.0	60.0	20.0	20.0	100.0	25.0	30.0	55.0	
	発酵	10	4	6	-	4	3	1	-	6	10	3	7	1
		100.0	40.0	60.0		100.0	75.0	25.0		100.0	30.0	70.0	10.0	
	真空	13	3	10	-	3	2	-	1	10	13	7	10	2
		100.0	23.1	76.9		100.0	66.7	-	33.3	100.0	53.8	76.9	15.4	
	その他	70	25	45	-	24	16	7	1	46	70	43	36	17
		100.0	35.7	64.3		100.0	66.7	29.2	4.2	100.0	61.4	51.4	24.3	
	無回答	14	7	7	-	7	4	3	-	7	14	10	8	2
		100.0	50.0	50.0		100.0	57.1	42.9		100.0	71.4	57.1	14.3	



問 27. 「過去5年間で自社単独で特許出願した件数」 × 問 5. 「コア技術」 (参考資料)

	有効回答数	1件	2件	3件	4件	5件	6件	7件	8件	9件	10件	11~15件	16~20件	21件以上	無回答／非該当	平均(件)	
合計	211 100.0	53 25.1	38 18.0	25 11.8	21 10.0	16 7.6	7 3.3	1 0.5	7 3.3	1 0.5	7 3.3	6 2.8	11 5.2	18 8.5	220	9.8	
保有しているコア技術(最も主要な技術)	組込みソフトウェア	16 100.0	6 37.5	2 12.5	1 6.3	1 6.3	2 12.5	1 6.3	1 6.3	-	-	1 6.3	-	1 6.3	-	17	4.4
	金型	15 100.0	5 33.3	1 6.7	-	3 20.0	2 13.3	1 6.7	-	1 6.7	-	-	-	-	2 13.3	20	11.8
	冷凍空調	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	電子部品・デバイスの実装	15 100.0	1 6.7	-	4 26.7	2 13.3	-	-	-	-	-	2 13.3	-	1 6.7	5 33.3	12	35.1
	プラスチック成形加工	10 100.0	2 20.0	3 30.0	2 20.0	-	-	-	2 20.0	-	-	-	-	-	1 10.0	17	5.9
	粉末冶金	7 100.0	3 42.9	1 14.3	-	-	2 28.6	-	-	-	-	1 14.3	-	-	-	1	4.3
	溶射・蒸着	4 100.0	1 25.0	1 25.0	-	-	-	-	-	-	-	1 25.0	-	1 25.0	4	13.5	
	鍛造	4 100.0	1 25.0	1 25.0	-	1 25.0	-	-	-	-	1 25.0	-	-	-	-	8	4.0
	動力伝達	2 100.0	1 50.0	-	1 50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.0
	部材の締結	2 100.0	1 50.0	-	1 50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.0
	鋳造	16 100.0	3 18.8	3 18.8	4 25.0	1 6.3	2 12.5	-	-	-	-	2 12.5	-	-	1 6.3	20	7.6
	金属プレス加工	10 100.0	4 40.0	3 30.0	1 10.0	1 10.0	-	-	-	-	-	-	1 10.0	-	7	3.7	
	位置決め	8 100.0	3 37.5	1 12.5	-	2 25.0	-	-	1 12.5	-	-	-	-	1 12.5	5	4.6	
	切削加工	15 100.0	5 33.3	3 20.0	3 20.0	1 6.7	1 6.7	1 6.7	-	-	-	1 6.7	-	-	22	3.3	
	繊維加工	6 100.0	2 33.3	2 33.3	-	-	1 16.7	-	-	-	-	1 16.7	-	-	5	3.7	
	高機能化学合成	10 100.0	-	3 30.0	-	2 20.0	1 10.0	-	1 10.0	-	-	-	1 10.0	2 20.0	8	18.3	
	熱処理	7 100.0	1 14.3	1 14.3	4 57.1	1 14.3	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.7	
	溶接	5 100.0	1 20.0	1 20.0	1 20.0	1 20.0	-	-	-	-	-	-	1 20.0	-	5	6.0	
	塗装	3 100.0	-	1 33.3	-	-	1 33.3	-	-	-	-	-	-	1 33.3	1	31.0	
	めっき	5 100.0	1 20.0	2 40.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1 20.0	1 20.0	15	11.0	
	発酵	3 100.0	1 33.3	1 33.3	-	-	-	-	-	-	-	-	1 33.3	-	7	7.7	
	真空	7 100.0	1 14.3	1 14.3	-	-	3 42.9	-	-	-	-	1 14.3	1 14.3	-	6	6.4	
	その他	41 100.0	10 24.4	7 17.1	3 7.3	5 12.2	3 7.3	2 4.9	-	2 4.9	-	2 4.9	1 2.4	2 4.9	4 9.8	29	10.2
	無回答	10 100.0	3 30.0	2 20.0	2 20.0	-	-	-	-	-	-	1 10.0	-	2 20.0	4	17.8	

問 27. 「過去5年間で外部機関と共同で特許出願した件数」 × 問 5. 「コア技術」 (参考資料)

	有効 回答 数	1 件	2 件	3 件	4 件	5 件	6 件	7 件	8 件	9 件	1 0 件	1 1 ~ 1 5 件	1 6 ~ 2 0 件	2 1 件 以上	無 回 答 / 非 該 当	平均 (件 )	
合計	202 100.0	61 30.2	49 24.3	25 12.4	16 7.9	14 6.9	8 4.0	2 1.0	7 3.5	2 1.0	3 1.5	6 3.0	5 2.5	4 2.0	229	4.1	
保 有 し て い る コ ア 技 術 ( 最 も 主 要 な 技 術 )	組込みソフトウェア	17 100.0	6 35.3	6 35.3	2 11.8	- -	- -	- -	- -	1 5.9	1 5.9	1 5.9	- -	- -	- -	16	3.0
	金型	13 100.0	4 30.8	1 7.7	3 23.1	2 15.4	1 7.7	- -	1 7.7	- -	- -	- -	1 7.7	- -	- -	22	3.7
	冷凍空調	1 100.0	- -	- -	1 100.0	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	-	3.0
	電子部品・デバイスの実装	15 100.0	4 26.7	2 13.3	1 6.7	- 20.0	3 6.7	1 -	- 6.7	- -	1 6.7	- -	1 6.7	1 6.7	1 6.7	12	8.0
	プラスチック成形加工	13 100.0	5 38.5	4 30.8	2 15.4	1 7.7	- 7.7	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	14	2.2
	粉末冶金	7 100.0	2 28.6	2 28.6	- -	1 14.3	1 14.3	- -	- -	- -	- -	- -	- 14.3	1 -	- -	1	4.9
	溶射・蒸着	3 100.0	- -	1 33.3	- -	1 33.3	- -	- -	- -	- -	- -	1 33.3	- -	- -	- -	5	6.3
	鍛造	7 100.0	4 57.1	2 28.6	1 14.3	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	5	1.6
	動力伝達	1 100.0	1 100.0	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	4	1.0
	部材の締結	2 100.0	1 50.0	- -	- -	- -	1 50.0	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	1	3.5
	鑄造	15 100.0	7 46.7	4 26.7	1 6.7	2 13.3	1 6.7	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	21	2.1
	金属プレス加工	7 100.0	3 42.9	- -	2 28.6	1 14.3	- 14.3	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	10	2.7
	位置決め	5 100.0	1 20.0	1 20.0	2 40.0	1 20.0	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	8	2.6
	切削加工	10 100.0	4 40.0	1 10.0	2 20.0	1 10.0	- -	- -	- -	- -	- -	1 10.0	- -	1 10.0	- -	27	5.9
	繊維加工	3 100.0	2 66.7	- -	1 33.3	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	8	1.7
	高機能化学合成	11 100.0	1 9.1	2 18.2	- 27.3	3 9.1	1 -	- -	- 9.1	1 -	- -	1 9.1	1 9.1	1 9.1	1 9.1	7	7.4
	熱処理	6 100.0	2 33.3	2 33.3	- -	- -	- 33.3	2 -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	7	3.0
	溶接	6 100.0	1 16.7	3 50.0	1 16.7	- -	- -	- -	1 16.7	- -	- -	- -	- -	- -	- -	4	3.0
	塗装	3 100.0	1 33.3	- -	- -	- -	- 33.3	1 -	- -	- -	- -	- -	1 33.3	- -	- -	1	9.0
	めっき	6 100.0	3 50.0	2 33.3	- 16.7	1 -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	14	1.8
	発酵	7 100.0	2 28.6	2 28.6	- -	- 28.6	2 -	- -	- -	- -	- 14.3	1 -	- -	- -	- -	3	3.7
	真空	10 100.0	- -	5 50.0	1 10.0	1 10.0	- 10.0	1 -	1 10.0	- -	- -	1 10.0	- -	- -	- -	3	4.3
	その他	34 100.0	7 20.6	9 26.5	5 14.7	1 2.9	4 11.8	1 2.9	1 2.9	2 5.9	1 2.9	- 2.9	1 2.9	1 2.9	1 2.9	36	4.7
	無回答	6 100.0	1 16.7	1 16.7	1 16.7	- -	- 16.7	1 -	- 16.7	- -	- -	1 16.7	- -	- -	- -	8	5.2

問 28. 「過去5年間で登録された特許の有無」 × 問 5. 「コア技術」 (参考資料)

	有効 回答 数	特 許 を 、 自 社 単 独 で 出 願 し た こ と が あ る	特 許 を 、 外 部 機 関 と 共 同 で 出 願 し た こ と が あ る	特 許 を 出 願 し た こ と は な い	無 回 答	
合計	412 100.0	155 37.6	140 34.0	192 46.6	19	
保 有 し て い る コ ア 技 術 ( 最 も 主 要 な 技 術 )	組込みソフトウェア	30 100.0	8 26.7	6 20.0	19 63.3	3
	金型	34 100.0	12 35.3	8 23.5	18 52.9	1
	冷凍空調	1 100.0	- -	- -	1 100.0	-
	電子部品・デバイスの実装	26 100.0	15 57.7	11 42.3	6 23.1	1
	プラスチック成形加工	27 100.0	7 25.9	9 33.3	16 59.3	-
	粉末冶金	8 100.0	6 75.0	7 87.5	- -	-
	溶射・蒸着	7 100.0	2 28.6	3 42.9	4 57.1	1
	鍛造	12 100.0	4 33.3	4 33.3	6 50.0	-
	動力伝達	5 100.0	1 20.0	2 40.0	3 60.0	-
	部材の締結	3 100.0	1 33.3	1 33.3	1 33.3	-
	鑄造	36 100.0	9 25.0	12 33.3	19 52.8	-
	金属プレス加工	17 100.0	5 29.4	6 35.3	9 52.9	-
	位置決め	12 100.0	8 66.7	3 25.0	4 33.3	1
	切削加工	34 100.0	11 32.4	3 8.8	21 61.8	3
	繊維加工	10 100.0	5 50.0	5 50.0	2 20.0	1
	高機能化学合成	17 100.0	10 58.8	9 52.9	5 29.4	1
	熱処理	11 100.0	4 36.4	2 18.2	7 63.6	2
	溶接	10 100.0	4 40.0	5 50.0	4 40.0	-
	塗装	4 100.0	2 50.0	2 50.0	1 25.0	-
	めっき	20 100.0	4 20.0	5 25.0	13 65.0	-
	発酵	9 100.0	5 55.6	6 66.7	1 11.1	1
	真空	13 100.0	6 46.2	8 61.5	4 30.8	-
	その他	66 100.0	26 39.4	23 34.8	28 42.4	4
	無回答	14 100.0	6 42.9	6 42.9	4 28.6	-

問 28. 「過去5年間で自社単独で登録した特許の件数」 × 問 5. 「コア技術」(参考資料)

	有効回答数	1件	2件	3件	4件	5件	6件	7件	8件	9件	10件	11~15件	16~20件	21件以上	無回答／非該当	平均(件)
合計	143 100.0	51 35.7	30 21.0	12 8.4	10 7.0	11 7.7	5 3.5	-	-	-	5 3.5	2 1.4	4 2.8	13 9.1	288	7.2
保有しているコア技術(最も主要な技術)	組込みソフトウェア	8 100.0	4 50.0	1 12.5	2 25.0	-	1 12.5	-	-	-	-	-	-	-	25	2.1
	金型	11 100.0	4 36.4	2 18.2	1 9.1	1 9.1	1 9.1	1 9.1	-	-	-	-	-	1 9.1	24	9.2
	冷凍空調	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	電子部品・デバイスの実装	13 100.0	3 23.1	2 15.4	1 7.7	1 7.7	2 15.4	-	-	-	2 15.4	-	-	2 15.4	14	10.9
	プラスチック成形加工	6 100.0	3 50.0	2 33.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 16.7	21	4.7
	粉末冶金	5 100.0	2 40.0	2 40.0	-	-	-	1 20.0	-	-	-	-	-	-	3	2.4
	溶射・蒸着	2 100.0	-	1 50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 50.0	6	31.5
	鍛造	3 100.0	-	-	-	2 66.7	1 33.3	-	-	-	-	-	-	-	9	4.3
	動力伝達	1 100.0	-	-	1 100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.0
	部材の締結	1 100.0	1 100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.0
	鋳造	9 100.0	3 33.3	1 11.1	3 33.3	-	2 22.2	-	-	-	-	-	-	-	27	2.7
	金属プレス加工	5 100.0	3 60.0	-	1 20.0	-	-	-	-	-	1 20.0	-	-	-	12	3.2
	位置決め	7 100.0	2 28.6	1 14.3	-	2 28.6	-	-	-	-	-	-	-	2 28.6	6	8.9
	切削加工	10 100.0	5 50.0	3 30.0	1 10.0	-	-	1 10.0	-	-	-	-	-	-	27	2.0
	繊維加工	4 100.0	2 50.0	2 50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1.5
	高機能化学合成	9 100.0	2 22.2	2 22.2	1 11.1	1 11.1	1 11.1	-	-	-	-	-	1 11.1	1 11.1	9	9.2
	熱処理	4 100.0	1 25.0	1 25.0	-	-	-	1 25.0	-	-	1 25.0	-	-	-	9	4.8
	溶接	4 100.0	2 50.0	1 25.0	-	1 25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2.0
	塗装	2 100.0	1 50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 50.0	2	40.5
	めっき	4 100.0	1 25.0	1 25.0	1 25.0	-	-	-	-	-	-	1 25.0	-	-	16	5.0
	発酵	5 100.0	4 80.0	-	-	-	-	-	-	-	1 20.0	-	-	-	5	2.8
	真空	6 100.0	1 16.7	2 33.3	-	1 16.7	1 16.7	-	-	-	-	-	1 16.7	-	7	5.3
	その他	24 100.0	7 29.2	6 25.0	-	1 4.2	2 8.3	1 4.2	-	-	-	1 4.2	2 8.3	4 16.7	46	11.1
	無回答	6 100.0	1 16.7	2 33.3	-	-	-	-	-	-	-	1 16.7	-	2 33.3	8	16.0

問 28. 「過去5年間で外部機関と共同で登録した特許の件数」 × 問 5. 「コア技術」(参考資料)

	有効 回答 数	1 件	2 件	3 件	4 件	5 件	6 件	7 件	8 件	9 件	10 件	11 ~ 15 件	16 ~ 20 件	21 件 以上	無回 答/ 非該 当	平均 (件 )	
合計	132 100.0	56 42.4	32 24.2	15 11.4	6 4.5	6 4.5	8 6.1	1 0.8	3 2.3	-	-	5 3.8	-	-	299	2.8	
保有 して いる コア 技術 (最 も 主 要な 技術)	組込みソフトウェア	6 100.0	5 83.3	1 16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	1.2
	金型	8 100.0	4 50.0	1 12.5	1 12.5	1 12.5	-	1 12.5	-	-	-	-	-	-	-	27	2.4
	冷凍空調	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	電子部品・デバイスの実装	9 100.0	2 22.2	3 33.3	2 22.2	-	1 11.1	1 11.1	-	-	-	-	-	-	-	18	2.8
	プラスチック成形加工	8 100.0	5 62.5	1 12.5	1 12.5	1 12.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	1.8
	粉末冶金	7 100.0	4 57.1	2 28.6	1 14.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.6
	溶射・蒸着	3 100.0	-	1 33.3	1 33.3	-	-	1 33.3	-	-	-	-	-	-	-	5	3.7
	鍛造	4 100.0	2 50.0	1 25.0	1 25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1.8
	動力伝達	2 100.0	2 100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.0
	部材の締結	1 100.0	1 100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.0
	鑄造	12 100.0	7 58.3	3 25.0	1 8.3	-	1 8.3	-	-	-	-	-	-	-	-	24	1.8
	金属プレス加工	5 100.0	3 60.0	2 40.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	1.4
	位置決め	2 100.0	1 50.0	-	-	-	-	1 50.0	-	-	-	-	-	-	-	11	3.5
	切削加工	3 100.0	2 66.7	1 33.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	1.3
	繊維加工	4 100.0	3 75.0	-	1 25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1.5
	高機能化学合成	9 100.0	2 22.2	3 33.3	-	-	1 11.1	-	-	2 22.2	-	-	1 11.1	-	-	9	4.6
	熱処理	2 100.0	-	1 50.0	-	1 50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	3.0
	溶接	5 100.0	2 40.0	2 40.0	1 20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1.8
	塗装	2 100.0	-	-	-	-	-	1 50.0	-	-	-	-	1 50.0	-	-	2	10.0
	めっき	5 100.0	1 20.0	2 40.0	-	-	1 20.0	-	1 20.0	-	-	-	-	-	-	15	3.4
発酵	6 100.0	3 50.0	2 33.3	1 16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1.7	
真空	8 100.0	4 50.0	2 25.0	-	-	-	2 25.0	-	-	-	-	-	-	-	5	2.5	
その他	21 100.0	3 14.3	4 19.0	4 19.0	3 14.3	2 9.5	1 4.8	-	1 4.8	-	-	3 14.3	-	-	49	4.7	
無回答	6 100.0	4 66.7	1 16.7	-	-	1 16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1.8	



独立行政法人  
中小企業基盤整備機構  
経営支援情報センター

〒105 - 8453 東京都港区虎ノ門3 - 5 - 1 (虎ノ門37 森ビル)

電話 03 - 5470 - 1521 (直通)

URL <http://www.smrj.go.jp/keiei/chosa/>

本書の全体または一部を、無断で複写・複製することはできません。  
転載等をされる場合は、上記までお問い合わせ下さい。



**中小機構**