

ハイテク中小製造企業における イノベーション

早稲田大学 国際情報通信研究センター

客員主任研究員

鈴木 勝博

kh.suzuki@aoni.waseda.jp

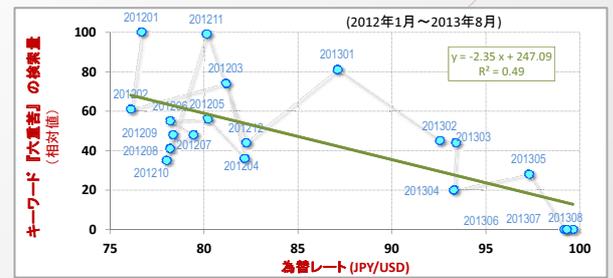
2013/10/10

背景と目的 ①

【背景】: 国内製造業を取り巻く環境の悪化

- ・六重苦: ① 円高、② 自由貿易協定の遅れ、③ 高い法人税、④ 厳しい環境規制、⑤ 労働規制、⑥ 電力不足

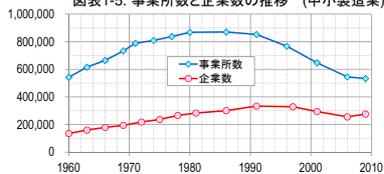
⇒ 最近、①は緩和気味。



背景と目的 ②

【背景】: 中小製造業の業況

図表 1-5: 事業所数と企業数の推移 (中小製造業)



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)

背景と目的 ③

【今後の生き残りの方策】:

- (i) 事業の多角化 (用途開発、新市場参入、etc)
- (ii) 海外展開 (市場、生産拠点)
- (iii) 技術開発にもとづく製品・サービスの高付加価値化

⇔ 成熟した技術をもちいた製造プロセスについては、海外生産に優位性

⇔ 一方、国内では、コスト競争に陥りにくい

付加価値の高い工程に特化するのが ひとつの方向性

- ・「先端的な研究開発・技術開発」
- ・「製品の企画・設計」
- ・「保守」/「アフターサービス」 etc

【参考】: バリューチェーンにおける「スマイルカーブ」



◆ サプライチェーンのどこでビジネスを行うのか?

(or, どこからどこへ行くのか?)

背景と目的 ④

【調査の目的】:

- ◆ 技術を活かした高付加価値化のプロセスにフォーカス: イノベーションを通じた高付加価値化のプロセスを探る。

⇔ とくに「プロダクト・イノベーション」、すなわち、「画期的な新製品の市場化」にフォーカス。

【調査対象】:

- ◆ サポイン(戦略的基盤技術高度化支援事業) 採択企業

【調査方法】:

- ◆ アンケート調査 + インタビュー

【参考】: 戦略的基盤技術 高度化支援事業

- ◆ 我が国の「基盤技術」を支える 中小企業に対する R&D 支援策（国からの研究開発委託）
 - ⇒ 1テーマ当たり、最大で3年、0.9億程度。全額補助。
 - （基盤技術 = サポートング・インダストリー = サポイン）
- ◆ 技術分野（H24: 特定ものづくり基盤技術高度化指針）

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

アンケート調査の概要

【調査の概要】:

- ◆ 調査期間: 2012年11月19日～12月7日
- ◆ 配布件数: 786件
- ◆ 有効回答数: 416件（回収率 53%）

【調査票の構成】:

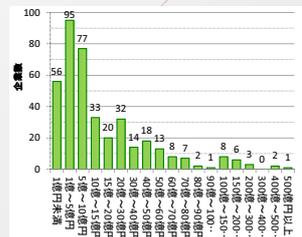
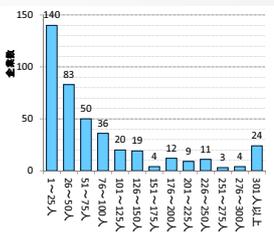
- ① 「主要製品、コア技術、研究開発活動」（計10問）
 - ⇒ サポインの事業化状況を含む
- ② イノベーションに関する設問群（計19問）
 - ・オスロ・マニュアルがベース
 - ・プロダクト/プロセス・イノベーションの創出状況
 - ・知財に関する設問
- ③ 企業プロフィール（6問）

アンケート調査の概要

【回答企業群のプロフィール】:

図表3-1: 回答企業(416社)の従業員数と売上高(2011)

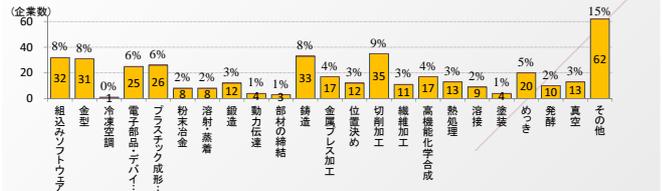
	平均	メデアン	標準偏差
従業員数(人)	86	47	118
売上高(百万円)	2,476	750	5,267



アンケート調査の概要

【保有技術】

図表3-4: 保有技術(最も主要な技術)の分布



◆本アンケートで回答が多かった技術:

- ① 旧来からの基盤技術: 「切削」(35社)、「鋳造」(33社)、「金型」(31社)、「プラ成型」(26社)
- ② ICT・電子機器関連: 「組込ソフト」(32社)、「電子部品・デバイスの実装」(25社)

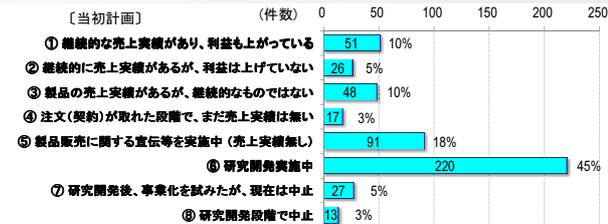
◆「その他」の内容:

- ① 知識集約的な技術: 『半導体IP(知的財産権)のライセンス・技術サポート』、
- ② 特殊な材料等: 『クエン酸(特殊塩類)、機能性材料』・『アトマイズアルミ粉』
- ③ 試験機等: 『リークテスター』・『はんだめり性試験装置』

サポインの開始年度と事業化率 ①

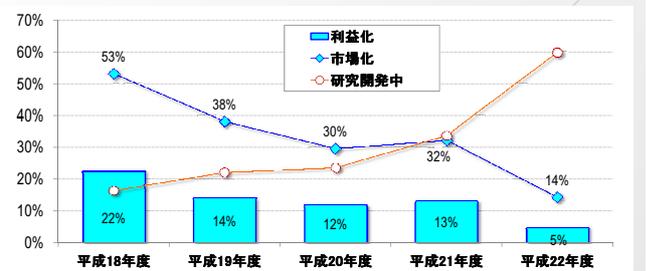


図表3-13: 研究開発と事業化の進捗状況(当初計画)



サポインの開始年度と事業化率 ③

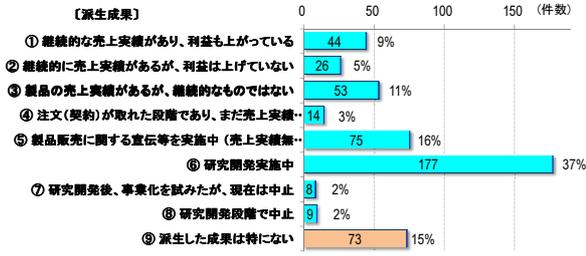
図表3-15: 市場化・利益化の状況(当初計画)



【注】: 利益化 = アンケート回答①
市場化 = アンケート回答①+②+③

【参考】： 派生成果の事業化率

図表3-17: 研究開発と事業化の状況 (派生成果)



- ◆ 派生成果があるのは、全体の 85%:
⇒ ①~⑧の分布形状は、「当初計画」のそれとよく似ており、利益化は9%、事業化は14%に達している。

イノベーションの創出状況 ①

◆ イノベーションの定義:

- (1) 特許
- (2) 全要素生産性 (TFP)
- (3) 「画期的な」新製品の販売

⇒ 本調査では、OECD のオスロ・マニュアルに準拠し、(3)に関する 設問を設けた。

- 欧州では、1993年以降、CIS (Community Innovation Survey) と呼ばれる大規模イノベーション調査を、六度にわたって実施。
[CIS1 (97~98), CIS2 (99), CIS3 (00~01), CIS4 (04), CIS2006, CIS2008.]
- 日本では、NISTEP (文科省 科学技術政策研究所) が二度の「全国イノベーション調査」を実施。

イノベーションの創出状況 ②

- ◇ OECD や NISTEP の先行調査を踏襲し、下記2種をあわせて、「プロダクト・イノベーション」と定義:

- 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』
「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？」 (調査票の問11)
- 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』
「2009年以降、競合他社はず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？」 (調査票の問15)

イノベーションの創出状況 ③

図表3-18: 「プロダクト・イノベーション」の創出率

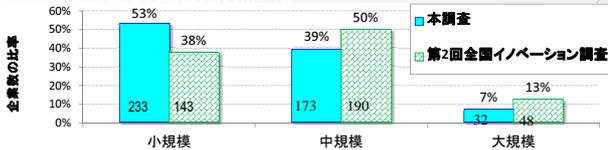
プロダクト・イノベーション	本調査 (4年間)	本調査 (3年間に換算)	第2回全国イノベーション調査 (3年間)
創出率	55.5%	41.6%	43.5%

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)				
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)	創出率の差	創出率の比
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

イノベーションの創出状況 ④

図表3-20: 両調査における企業規模の分布



- ◆ 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。
⇒ 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。

イノベーションの創出状況 ⑤

図表3-21: 「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率

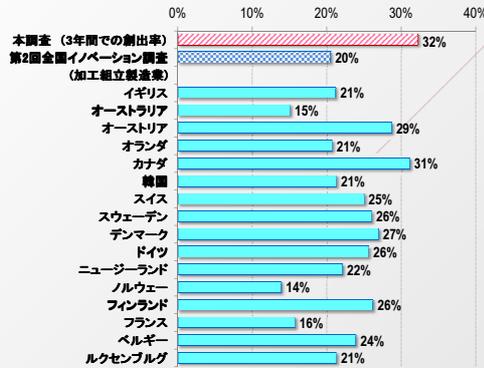
画期的なプロダクト・イノベーション	本調査 (4年間)	本調査 (3年間)	第2回全国イノベーション調査 (3年間)
創出率	42.9%	32.2%	20.4%

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)				
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)	創出率の差	創出率の比
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

イノベーションの創出状況

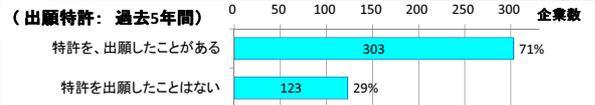
図表3-23: 「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率 (製造業: 国別)



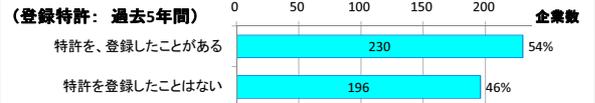
(出所: 『Innovation in Firms』(OECD, 2009) を元に筆者作成。海外調査は大規模企業を含む。)

知財に関する活動状況 ①

図表3-24: 特許の出願状況 (過去5年間)



図表3-25: 特許の登録 (権利化) 状況 (過去5年間)



小括

◆ アンケート結果からうかがえるサポイン企業像:

- (a) 市場を見すえた高度な研究開発・技術開発を、必要とあれば、外部機関とも共同しながら遂行し、
- (b) これを実際のプロダクト・イノベーションに結び付け、画期的な製品やサービスを継続的に生み出す中小企業群

◆ 市場をにらんだ「現実的な研究開発能力」の高さ:

- 採択後の経過年数とともに、市場化率は順調に向上
⇒ 線形回帰式によれば、毎年 6.8% ずつ増加。
- 「画期的なプロダクト・イノベーションの創出率(3年間)」は、小規模サポイン企業でも 32%。
⇒ 通常の中企業群の数値(12%)の2.5倍以上。
(世界でもトップクラスのイノベティブな企業群)

インタビュー調査

【目的と対象】:

・我が国の基盤技術を支える「平均的な企業像」はアンケートからある程度明らかになった。

⇒ ただし、基盤技術は多岐にわたり、技術分野や事業環境によっても、企業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。

⇒ 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。

◆ サポイン採択後、事業化を実現している企業群にインタビューを行い、上記を探る。

図表4-1: インタビュー先企業の一覧

企業名	主たる技術分野	代表的な製品・サービス	サポインの技術分野
1 ㈱ アルテック	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 ㈱	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 ㈱ ケンテック	熱処理	・金属の表面処理加工	熱処理
4 ㈱ 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 ㈱	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 ㈱ 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 ㈱ 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 ㈱ 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 ㈱	電気炉の製造技術	・研究用電気炉 ・真空装置	熱処理
10 ㈱ 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

インタビュー企業群における事業のパターン

図表4-2: 事業のパターン

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

- ◆ **技術深耕型:** コア技術を長期にわたって継続的に磨き上げ、(複数の) ニッチ市場を掌握。
- ◆ **数理解決型:** (ソフトウェア関連)。専門性の極めて高い数理解析手法によって、差別化をはかる
- ◆ **技術コーディネイト型:** R&D・製品企画・設計といった上流工程、ならびに、販売・保守といった、付加価値の高いプロセスに注力。

技術深耕型 ①:

【特徴】:

- (i) コア技術を長期にわたり連綿と磨き続けている
- (ii) 高シェアの市場 & 複数市場ポートフォリオ
- (iii) 時代とともに多角化や新規技術の導入を試みている

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 (1960-)	ファインブランキング金型, (1971)	ファインブランキング・プレスの高高度化, (2009)	・飲料缶用金型 (スコア一部分): シェア50% 
塚谷刃物製作所 (1960-)	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% 

技術深耕型 ②:

◆市場ポートフォリオ:

- ・昭和精工: 自動車用部品の金型も数多く手がけ、食品関連の金型とともに、二本柱の市場を保有。
- ・塚谷刃物: 3つの市場: ① トムソン刃、② ビジネスフォーム刃 ③ エッチングダイ (ピナクルダイ)

◆塚谷刃物製作所における市場拡大の経緯:

- 1957: トムソン刃 の製造開始
- 1961: ビジネスフォーム刃 "
- 1995: ピナクルダイ "



⇒ ピナクルダイは、当初、5名で事業を開始したが、いまは120名。本事業によって、企業として約二倍の人員規模に成長した。

数理解決型 ①:

【特徴】:

- (i) 他社の簡単な追随を許さない高度な数理的技術
- (ii) 市場の声や動向に真摯に向き合い、現場志向

図表4-4: 各社が用いている数理的技術・解析手法

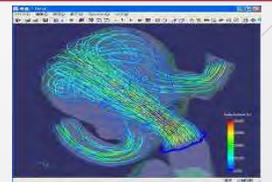
企業	ソフトウェア等の機能例	コアとなる数理的ナレッジ・解析手法等
アールテック	血流の解析	流体の運動方程式と、これを解くためのアルゴリズム
トライアルパーク	金属の変形に関するシミュレーション	弾塑性変形のオリジナルアルゴリズム (静的陽解法)
シグリード	信号中のノイズ除去	独自の高精度な信号処理アルゴリズム
レキシー	人工関節の可動域に関するシミュレーション	3D画像処理など

数理解決型 ②:

・アールテック: 血流解析ソフト

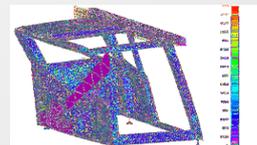
- ⇒ ベースとなっているのは Navier-Stokes 方程式

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla P + \nu \Delta \mathbf{v}$$



・トライアルパーク: 弾塑性変形シミュレーション・ソフト

- ⇒ 理研独自の「静的陽解法」を利用し、金属が大きく変形するようなケースでも高精度シミュレーションが可能



数理解決型 ③:

・レキシー: 人工股関節の手術前計画のサポート

- ⇒ 3D画像処理の強みを存分に発揮
- ⇒ 医療現場の声を十二分に反映し、ユーザビリティを向上



数理解決型 ⑤:

- ◆ 高度な数理技術にもとづくソフトウェア開発企業は、えてしてシーズ志向に陥りがちだが、本インタビュー事例はいずれも顧客志向性が強い。

(例) レキシーにおいては、サポインの成果として出来上がったソフトウェアに対し、現場のオペレーションに応じた修正を数多く行っている。

最終的には、フルスクラッチに近い形にまで修正を行い、事業化へと結びつけている。

技術コーディネイト型 ①

【特徴】:

- ・ 製造プロセスの「スマイルカーブ」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

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キング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（輸送機器関連）	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

技術コーディネイト型 ②

イーラムダネット:

リアルタイム・ハイビジョンの伝送装置



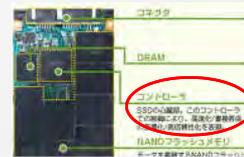
フルテック:

電気炉 各種



シグリード:

SSDのコントローラ



技術コーディネイト型 ③

- ◆ 高い技術力や研究開発能力を持つ企業群で、製品の「企画」や「設計」にも強みをもち、種々の技術をコーディネイトする 能力に優れている
⇒ 外部の協力企業や大学との強固な ネットワークを保有

- ◆ 製造工程の一部を外部にまかしているケースが多い。

- ex.) スペースクリエイション: 製品の企画と設計は自社。パーツの製造は近隣中小企業に任せ、自社で組み立て。
- ex.) フルテック: R&Dとプロトタイプは自社。大量生産は中国。
- ex.) シグリード: R&Dと設計に特化。生産は外部ファウンドリ。
- ex.) イーラムダネット: 企画・設計は自社。 パーツ開発では、大企業を下請け的に利用し、自社で組立。

技術コーディネイト型 ④

- ◆ グローバル経済の中で発展してきた「モジュール型」ものづくりのエッセンスを取り入れている。

- ⇒ 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。

- ⇒ 次世代のものづくり企業のあるべき姿のひとつとして、重要度は高いものと考えられる。

事業化の成功要因 ～重層的なネットワークの活用～

- 【1】: 技術や知識に関する外部機関とのネットワーク:
☆ 10社中、8社が 大学や外部研究所等とのつながりをもち、自社のコア技術のブラッシュアップに役立てている

- 【2】: 製造プロセス等の外部委託に関するネットワーク:
☆ ソフトウェア開発企業をのぞくと、7社中5社が活用。

- 【3】: また、各社とも、顧客との緊密なパイプを有し、市場の声にも良く耳を傾けている。

- ◆ このような『重層的なネットワーク』の活用が、早期の事業化（ならびに、プロダクト・イノベーションの創出）にも 大いに役立っていることが推察される。

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
㈱ アールテック	ソフトウェア (医療分野)	—	—
イーラムダネット㈱	光ICT通信	富山大学、エイラムダフォーラム (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
㈱ 塚谷物製作所	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
㈱ 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)
㈱ レキシ-	ソフトウェア (医療分野)	新潟大学	—

まとめ 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。
- ・ 「画期的なプロダクト・イノベーション」の創出率(過去3年)は、32%と極めて高く、通常の小規模企業群の2.7倍。
- ・ 知財活動も活発。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。
- ・ サポインでも事業化は着実に進展。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。

まとめ ②

【インタビュー結果のサマリ】:

- ・ 事業化に到達している10社を選び、インタビュー。
「技術深耕型」、「数理解決型」、「技術コーディネイト型」という3つの事業パターンへ類型化。
- ・ 「**技術深耕型**」: 絶対無二のコア技術を磨きながら、ゆるやかに多角化。
- ・ 「**技術コーディネイト型**」: 高度なコア技術をもちながらも、周辺技術の目利きや企画・設計能力にも優れる。
⇒ T字型のケイパビリティ
- ・ いずれのパターンにおいても、「知識や技術」、「製造」、「市場」との、重層的なネットワークを存分に活用している。

めざすべき企業像と発展の方向性 ①

- ・ ひとつのモデル・パターンは「**技術コーディネイト型**」:
⇒ 外的環境や技術の変化が速い現在、事業におけるサステナビリティを獲得するためにも有効だと考えられる。
- ・ インタビュー事例でもっとも先鋭的だったのはフルテック社(電気炉):
 - (1) 博士人材を活用し 高度な研究開発・技術開発活動に注力
 - (2) 生産は中国の工場
 - (3) 高度な機器を破壊的な価格で市場へ提供
- ⇒ 「顧客志向」、「知識集約的な先端技術開発」、「産学連携」、「企業間連携」、「オープン・イノベーション」、「高度人材の活用」等、種々のキーワードが集約されている。

めざすべき企業像と発展の方向性 ②

図表4-8: 「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	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	技術深耕型 ↔ 技術コーディネイト型	
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 (他社が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)

ご清聴、ありがとうございました。

Reference:

『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』(サポイン関連調査), 中小機構 経営支援情報センター, (Mar. 2013).
www.smrj.go.jp/keiei/dbps_data/_material/_b_0_keiei/chosa/pdf/h24monodukuriinnovation.pdf