

# 博士学位論文

## 地域イノベーションエコシステムの 実証研究

2019年3月

兵庫県立大学大学院 応用情報科学研究科

応用情報科学専攻

松崎 太亮

# 目 次

第1章 序章	1
第2章 分析の枠組み	5
2.1 イノベーションの定義	5
2.2 イノベーションプロセス	6
2.3 イノベーションエコシステム	7
2.4 イノベーションのジレンマと日本の製造業	8
2.5 内部イノベーション能力	9
2.6 ゲートキーパーとトランスフォーマー	11
2.7 イノベーション実現の経路	12
2.8 オープンイノベーション	14
2.9 地域産業政策とイノベーション	16
2.9.1 地域産業政策とは何か	16
2.9.2 産業集積とイノベーション	17
2.9.3 産業クラスターとイノベーション	18
2.9.4 地域産業政策の問題点	19
2.10 これまでの国主導の産業クラスター政策	20
2.10.1 概要	20
2.10.2 国主導の産業クラスター政策の評価の視点	21
2.11 これまでの地方自治体主導のクラスター政策	23
2.12 イノベーション創出のための地域エコシステム	25
2.13 結びに代えて	26
第3章 神戸市のイノベーションを創造する地域産業政策の変遷と課題	28
3.1 神戸市の地域産業政策の変化	28
3.2 阪神・淡路大震災以前の神戸経済	28
3.3 阪神淡路大震災前の神戸市の産業政策の効果	31
3.3.1 阪神・淡路大震災による神戸経済への影響	33
3.4 神戸市の産業復興政策	34
3.4.1 既存産業の復興	35
3.4.2 新産業創出策	36

3.5 神戸市の産業復興政策の評価	36
3.6 神戸医療産業都市（K-BIC）のクラスター	39
3.6.1 再生医療の産業化	39
3.6.2 K-BIC クラスター形成の経緯	40
3.6.3 K-BIC におけるイノベーション創出	44
3.6.3.1 K-BIC の狙い：トランスレーショナル・リサーチ（TR）	44
3.6.3.2 医療産業都市推進機構（FBRI）	46
3.6.4 クラスターの重層化戦略	49
3.6.4.1 バイオクラスター	50
3.6.4.2 メディカルクラスター（高度専門病院群）	50
3.6.4.3 シミュレーションクラスター	53
3.6.4.4 シミュレーションクラスター内の連携	57
3.7 K-BIC の成果	57
3.7.1 研究上の成果	57
3.7.2 研究支援の成果	59
3.7.3 メディカルクラスターの地元中小製造業への効果	60
3.8 K-BIC クラスター重層化の効果	60
3.9 神戸市の企業誘致集積化策の課題	64
3.10 本章の議論と結論	65
 <b>第 4 章 スパコン「京」によるイノベーション促進</b>	 69
4.1 イノベーションを加速するツールとしてのシミュレーション	69
4.1.1 設計プロセスのイノベーション	70
4.1.2 設計プロセス削減効果	70
4.2 大規模シミュレーションの例	72
4.3 スパコンを活用したシミュレーション活用のメリット	74
4.4 国内外の企業のスパコン利用状況	75
4.5 シミュレーションの産業利活用推進のための産業政策	77
4.5.1 スパコン関連企業誘致策（環境整備）	77
4.5.2 スパコン産業利活用推進策	77
4.5.3 シミュレーションクラスター内企業からの評価	78
4.6 スパコン利活用による産業面での成果	78
4.6.1 企業におけるスパコン利活用の成果	79
4.7 他のクラスターとの融合連携：インシリコ創薬拠点の形成	80

4.8 スパコン利活用の課題	82
4.9 シミュレーションクラスターの今後：むすびに代えて	83

## 第5章 イノベーションプロセスにおける内部イノベーション能力と ICT の役割

に関する実証分析	86
5.1 はじめに	86
5.2 先行研究	88
5.2.1 R&D プロセスとイノベーション	88
5.2.2 ICT 利用とイノベーション	89
5.3 仮説の設定	90
5.4 データと分析モデル	91
5.4.1 アンケート調査	91
5.4.2 変数の構築	93
5.5 SEM による R&D モデルの推定	101
5.5.1 パス図と標準化直接効果	101
5.5.2 因果関係	103
5.6 モデルの適合性	104
5.7 仮説の検証	104
5.8 ICT モデル	105
5.8.1 イノベーションプロセスでの ICT の役割	106
5.8.2 ICT モデルでの仮説	106
5.8.3 ICT モデルの推定結果	108
5.8.3.1 ICT 利用の役割	109
5.8.3.2 Connectivity（関係性）	110
5.9 仮説の検証	110
5.10 ICT モデルのフィットネス	111
5.11 議論	111
5.12 結論	112

## 第6章 地場企業のイノベーションの高度化に関する実証分析：阪神地区の事例

6.1 はじめに	114
6.2 先行研究	115
6.2.1 産業の高度化とイノベーションの高度化	115
6.2.2 イノベーションの高度化の理論モデル	116

6.3 分析の枠組み	118
6.3.1 イノベーションの高度化	118
6.3.2 イノベーションの高度化の定義	119
6.4. イノベーションの高度化の要因	120
6.5 データと分析手法	123
6.5.1 データ	123
6.5.2 推定モデル	123
6.5.3 有意な要因の特定化	126
6.5.3.1 要因3：アイディアの源泉	126
6.5.3.2 要因4：問題解決	127
6.5.3.3 要因5：人材育成	128
6.5.3.4 要因6：事業戦略	128
6.5.4 フルモデル	129
6.6 兵庫県の地域産業政策の評価	130
6.6.1 地域産業政策とその効果：先行研究	130
6.6.2 兵庫県の政策内容	131
6.6.3 分析企業の採択状況	139
6.6.4 政策効果の推定方法と結果	139
6.6.5 政策の伝播過程	141
6.7. 議論と結論	143
6.7.1 議論	144
6.7.2 今後の研究の方向性	145
<b>第7章 結章</b>	146
7.1 各章のまとめ	146
7.2 本研究から得られたもの	147
7.3 今後の研究の方向性	148
注	150
参考文献と資料	154
謝 辞	168
付録1 イノベーション活動に関する調査 アンケート票	i
付録2 企業の集積とオープン イノベーションに関する調査 アンケート票	ix

## 第1章 序章

日本のマクロ経済は緩やかな回復基調にあるとの政府見解であるが、今後を予測すると必ずしも明るいものとは思われない。その理由は、「失われた 20 年」を作り出した少子高齢化、経済のグローバル化、経済の情報化といった構造変化に対して、日本経済が的確に対応しているとは思えないからである。中でも、イノベーションや技術力といった点では、欧米諸国との競争だけでなく、価格面で強さを付けてきたアジア諸国との市場獲得競争など、グローバルな競争がますます激化するからである。かつて多くのイノバティブな製品開発・販売で世界を席巻した日本の技術力の優位性は、2000 年以降低下してきた。事実、近年三洋電機やシャープのように過去に世界的な家電メーカーといえども、アジア諸国の企業に買収され、存続し得ない経営状況に陥っている。全面的ではないが、NEC や富士通はそのパソコン部門を中国メーカーに売却している。時代の変化に対応できていない日本企業の結末である。

現在のイノベーションの分野でも大きな構造変化が生じている。例えば、企業の製品やサービスのライフサイクルは年々短くなり、しかも短期的な成果が重視されるようになり、多くの研究開発費を投入せざるを得ない傾向にある。この現象は、創薬や医療面で顕著である。ファイザーといった世界最大の創薬企業をもってしても、その研究開発費の捻出に苦労している。自力の新薬開発から、新しい技術をもつベンチャー企業の買収に軸足を移している。さらに、電気自動車や自動運転技術の開発競争に見られるように、異業種からの参入が顕著になってきた。これまではイノバティブな変革は、業界（この場合は自動車製造メーカー）から生まれると考えられていた。しかし、自動車メーカーの競争力を示す要素がハードウェアから、AI（人工知能）など ICT が製品の優劣を決する時代に移行し始めている。テスラモーターズの電気自動車や Google の自動運転への参入が好例である。現在では、製品設計にソフトウェアが広く関わることで、ソフトウェアメーカーの重要性が増し、これが既存自動車製造業の優位性を根底から揺るがす要因となっている。

企業がイノベーションを創出するためには、企業内部にある知識や技術などの経営資源を結合させ、生産技術を改善して新たな製品やサービスを継続的に産みだすことが必要である。そのためには、イノベーションがどのようにして起こるのかそのプロセスを理解する必要がある。イノベーションの定義は次章で詳しく論じるが、その言葉を造ったシュンペーター以来様々なものがあるが、本研究においてイノベーションとは、より一般的に「経済効果をもたらす革新」であり、「革新」とは、技術革新、新技術生産方法やサービスの改革を指す (Schumpeter, 1934)。イノベーションプロセスは、獲得、同化、変換、開発の 4 つの次元からなる学習プロセスであり、この全過程で保有する経営資源をどのように組み合わせるかが議論の対象となっていた (Cohen and Levinthal, 2009; Christensen and

Kaufman 2009)。これまでのイノベーションでの議論の特徴は、そのプロセスが企業内部で完結する閉鎖的なものと想定され、上記のイノベーションプロセスは1つの企業の中の現象とされてきた。これを劇的に変革したのがオープンイノベーションの概念である。それはイノベーションプロセスを、企業内外にある技術や情報、人材などの経営資源を結合させて開発し、新製品や新たなサービスを市場に送り出すことと認識されたのである（Chesbrough, 2003）。欧米の先進的な企業は、コア技術は自社で開発・保持しつつ、外部の技術・知識を積極的に活用するオープンイノベーションに取り組んで国際競争を加速させている。かつて80年代まで世界を席捲した日本型のイノベーションは、大企業とその系列企業が保有する技術や・知識を活用する垂直統合型であった。しかし、今日イノベーションを考える場が、一企業から、一企業を取り巻く他企業、大学や他の研究機関に加えて、地域内の金融機関、ベンチャーキャピタル、コンサルタントといった諸団体、さらには地方公共団体を含むものへと拡張されたのである。イノベーションが企業対企業の問題から、組織対組織、地域対地域、さらには国対国の問題へと変革したのである。これに従って、イノベーションプロセスの関心も、地域でのイノベーションを引き起こす体制、つまりイノベーションエコシステム（生態系：Ecosystem）へと拡大している（Moore, 1993; Jackson, 2011）。つまり、自然界における生物と、それを取り巻く環境が相互作用しながら循環、存続するシステム全体を表す概念が、イノベーションを創出する地域での相互依存関係へと変化したのである。以上、これまでのイノベーション研究の潮流は、一企業のイノベーションプロセス→オープンイノベーション→イノベーションエコシステム、このように変革を遂げてきている。

イノベーションを振興する政策は、国と地方自治体が政策に大別できる。本研究では前者を産業政策、後者を地域産業政策と区別する。特にイノベーションエコシステムの枠組みでは、後者が重要であるのは言うまでもない。しかし現実面では、国や地方自治体の特定分野の産業育成や企業集積を支援する政策では日本は出遅れているといってよい。かつて日本の高度成長を牽引した産業政策は、日本が欧米にキャッチアップした70年後半でその役割を終えたのである。それ以降、社会的インパクトが大きい Disruptive な成果は、企業自らの自助努力によるものとされてきた。新たな時代での産業政策の遅れの原因は、中小企業が置かれている大企業の下請けとしての産業構造や、大学・研究機関の成果を還元し社会実装する際の大学側の意識の遅れ、制度的な障壁、資金問題など、多くの理由が挙げられるが、国や地方自治体による産業政策の実効性にも一因があるかと考えられる。すなわち、わが国のイノベーションの創出を支援する地域産業政策は、特定企業の誘致による産業集積を意図するものが多かった。その結果、誘致に成功して地方に進出した旗艦企業自体が、自らの経営状況の変容により流動的になり、撤退も生じている。また、イノベーションを興す人材育成策は、過去30年以上にわたり産学官連携政策として取組まれてきた結果、大学発ベンチャーの数は、2011年度には2143件を超え一定の成果をあげたが、



新規の大学発ベンチャーは減少傾向にあるといわれている。欧米に比べて産学共同研究の規模の多くは受入れ金額が 100 万円未満と小さく、更に産学官に金融機関を加えた連携する仕組みがないなど、イノベーションを創出支援する基盤は必ずしも強いとはいえない状況にある（経済産業省、2018 年）。

国のイノベーション推進支援策以上に、イノベーションの創出支援が難しいのが、自治体による地域産業政策である。今日多くの地方自治体は、企業誘致による産業集積や研究開発支援など様々な地域産業支援策を実施しているものの、独自性や多様性に欠け、地域のポテンシャルを反映した政策となっていない。地方自治体は国に比べて財政規模が小さく、地域企業を主な対象として産業政策を展開せざるを得ないことも事実である。しかし、地域経済を活性化させる狙いとは逆に、結果的に地域経済にマイナスとなる産業政策も多々見られるなど、「地方自治体の失敗」が生じている。この原因については、政策担当者がイノベーション創出プロセス自体を十分理解せずに、政策を立案し実施している点もあると思われる。筆者は、自治体の産業政策を永年担当した経験を持つが、地域産業政策が奏功し、地場企業から革新的な新製品や新サービスが創出された例をほとんど目にしたことがない。産業政策の支援が、企業のイノベーション創出に実効性を持つのかどうかに疑問を持っていた。また、政策評価の視点からも、イノベーション創出効果を評価する基準が不明確であったと思われる。地方自治体主導のいわば日本型の産業政策、イノベーション創出のための産業活性化策、あるいはベンチャー育成策は何故うまくいかないのか、成功する要因は何か、筆者は日常の業務の中で考えてきたが、これが本研究の原点である。

本学論文の構成は以下の通りである。1章では、地場の中小企業がイノベーションを創出する要因について、これまでの企業のイノベーションプロセスの理解だけでなく、企業を取り巻く環境も含めて分析し、国や地方自治体もイノベーションエコシステムの枠組みを考慮した政策の有効性が求められている問題を提起する。第2章では、中小企業のイノベーション要因の先行研究を概観した上で、国や地方自治体の産業支援策の内容とタイミングが地域経済の厚生に与える影響の大きさから、地域全体でイノベーション創出を支える必要性を述べる。第3章では、地方自治体の産業支援策について、神戸市の医療産業都市を例に、新産業創出のために中核研究機関とそれを支える中核支援機関がバイオ、メディカル、シミュレーションの異なる分野のクラスターの連携により、基礎研究を実用化および産業化へと橋渡しする重層的産業クラスター政策のメカニズムを検証する。第4章では、国家基幹技術の一つであるスーパーコンピュータ「京」によるシミュレーションを用いて、企業がより高度なイノベーションを創出する事例と、シミュレーション活用に係る課題を探る。

第5章では、イノベーション創出過程において、ICT が Enabler としての役割とイノベーション自体の創出の役割を持つこと、および外部リンケージとの関係性（Connectivity）を持つことを検証する。また、アイデアの起源からイノベーションの最終結果に至るまで、



R&D の全過程を実証分析する。第 6 章では、現在求められている持続的なイノベーションの生起のために、イノベーションの程度に着目し、より高度なイノベーションを実現する要因を実証分析から特定化する。第 7 章では、得られた知見を要約し、今後の研究の方向性を述べる。

## 第2章 分析の枠組み

本章では、本研究の目的である中小企業のイノベーション要因と、地域産業政策の有効性について検討するため、これらと関連が深いイノベーションプロセスやイノベーション政策に関する先行研究を概観し、第3章以降の分析の枠組みを明確にして、統一の取れた分析へとつなげる。

イノベーションプロセスはこれまで多くの多面的な分析がなされているが、本研究ではそれを基礎に、企業自身のイノベーションを生起させる能力に加えて、地域全体としてイノベーションを創出させる仕組みを明確にするものである。後者はイノベーションエコシステムと呼ばれ、近年、注目を集めているものであり、地域でのイノベーションに関するあらゆる関係する要因を視野に入れるものである。それは経済主体から見ると、イノベーションを実際に生み出す企業、その企業と関連する取引企業や R&D で提携する地域の大学・研究機関、さらにはイノベーションを支援する地方自治体や中央省庁までを含む。さらには、国際機関や他国の同様の企業、大学等まで拡張することができる。

本研究では、地場の中小企業のイノベーションの前提となる地域でのイノベーションエコシステムについて、その基礎理論の構築や、その実態について実証的研究を行うものである。

### 2.1 イノベーションの定義

イノベーションの概念を作り出したシュンペーターよれば、イノベーションとは現状の均衡状態を破壊して新しい均衡に移行させるような非連続的な変化そのものであり、その原動力は、「創造性」よりもむしろ既存のものを「新結合」する点にあると定義している (Schumpeter, 1934)。イノベーションの具体的な例として、①新しい財貨の生産、②新しい生産方法の導入、③新しい販売先の開拓、④原料あるいは半製品の新しい供給源の獲得、⑤新しい経営組織の実現、これらの5つの類型を提示した。また、イノベーションを創出する者を起業家 (Entrepreneur) と呼び、単なる企業家とは明確に区別している。この起業家が既存の価値を破壊して新しい価値を創造していくこと (創造的破壊) が、経済発展の源泉としている。Drucker は、イノベーションとは「企業の存在理由は、いかにして新しい価値を創出できるかにあり、内外のアイディアを最適に活かし、より良いビジネスモデルを創ること」と述べ、イノベーションに不可欠な要素として、創造的破壊を実践できる経営管理や経営組織のあり方を体系化し、かつその方法論を示した (Drucker, 1985, pp. 25-28)。

さらに Rogers (2003) によれば、イノベーションとは、「個人あるいは企業によって新しいと知覚されたアイディア、習慣、あるいは対象物である」と定義している。このイノ

バージョンの普及とは、社会システムのメンバー間で、イノベーションが特定のチャネルを通じて長期にわたって伝達される過程であるとしている。また、後藤（2000）によれば、イノベーションは「新しい製品や生産の方法を成功裏に導入すること」としている。OECDのOslo Manual（2005）によると、イノベーションは、「ビジネス実践や職場組織または外部との関係において、新しいまたは意義ある製品（モノまたはサービス）またはプロセスが改良され、または新しい組織的な方法で実施されること」と定義している。

以上のようにイノベーションには様々な定義が与えられているが、本研究においてイノベーションとは、これらを包含する形でより一般的に「新しい経済効果をもたらす革新」（一橋大学イノベーション研究センター、2001）として、また「革新」とは、技術革新、新技術生産方法やサービスの改革を含むものとする。

## 2.2 イノベーションプロセス

以上は、一般的な定義であるが、個々の企業を対象としてイノベーションを捉えた場合、企業内でのイノベーションが生じる過程に関する研究が多い。例えば、Cohen and Leventhal（1990）が代表的である。彼らは、企業の内部イノベーション能力を統合化してイノベーションを生起させる過程を、イノベーションプロセス（Innovation process）と呼んだ。このプロセスは、獲得、同化、変換、開発に分類される。獲得（Acquisition）とは入手可能な全ての情報から関連情報を識別するプロセス、同化（Assimilation）とは取得した情報を処理し分析するプロセス、変換（Transformation）とは採用した新しい知識を企業内部の既存知識と結合し修正するプロセス、開発（Exploitation）とは変換した知識をイノベーションに変換するプロセスである。また、外部リンクージ（External linkages）とは、新しい技術、市場、消費者ニーズに関する情報など保有する企業の外部の主体である。これらプロセスは以下のように表すことができる（図 2.1）。

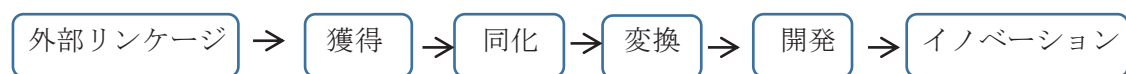


図 2.1 イノベーションプロセス

Christensen（1997）は、別の視点からイノベーションを二つに分類し、従来からの商品の品質や性能の向上を図る持続的イノベーション（Incremental innovation）と、既存の市場を破壊し全く新規の商品や市場を作り出す破壊的イノベーション（Destructive innovation）（Radical innovation）の概念を作り出した。この2つのイノベーションには、外部ナレッジソースの利用や、外部チャンネルを利用した市場アクセスへの拡大等で相違があると

している。

### 2.3 イノベーションエコシステム

イノベーションプロセスの研究に続いて、イノベーションを一企業が関わるもののみでなく、より広いエコシステムの視点から分析するのが、イノベーションエコシステムである。それは、イノベーションに関わる産学官が一つの生態系のように、時代に合わせて進化しながら、有機的に結びつくモデルを意味している（Innovate America 2004）。初めてビジネスエコシステムを提議した Moore（1993）は、エコシステムを「ビジネス界の生態系の基盤として、組織や個人の相互作用を基盤として支えられている経済界」であり、この有機体の構成体である供給者、生産者、競合他社、その他の利害関係者が一体となって顧客にとって価値ある製品やサービスを産みだしている。そしてエコシステムリーダーの役割を担う企業は、構成メンバーが共有するビジョンに投資し、相互支援する役割を見つけることでコミュニティから評価されると述べる。また山縣（2018）は、エコシステムを「各主体がその一部を担っているのと同時にその存在に制約される、地域レベルで形成されている相互関係および進化の過程」と捉えている。

イノベーションエコシステムは、2000年代ではベンチャー企業の成功の要因として、ボストンのルート128やシリコンバレーといった地域での成功事例と関連して論じられてきた。例えば、Bahrami and Evans（2000）は、ベンチャー企業に対するエコシステムを「ベンチャー企業の創業・成長・集積に向け、弁護士、会計士、弁理士、コンサルタントなどの「生産者サービス」を供給する専門家集団を言う。このようにエコシステムには、経済主体から見ると、イノベーションを実際に生み出す企業、その企業と関連する取引企業やR&Dで提携する地域の大学・研究機関、さらにはイノベーションを支援する各種のサービスを提供する業種を含んでいる。本研究では、これらの主体をさらに拡大し、地方自治体や中央省庁までを含むものとし、さらには、国際機関や他国での同種な企業、大学等まで拡張することができる。

これまでイノベーションに必要な新たな情報やアイデアは、一企業内での内部努力、取引を通じた取引相手、あるいは大学や公的研究機関を通じて導入していた。しかし、製品サイクルが短くなっている今日、新たな技術やアイデアを速やかに吸収し、イノベーションにより市場での優位性を確保しなければ、企業の存続や国際競争力を得ることができない。また、これまでの同業種による産業集積や、大学とのオープンイノベーションに加えて、国・自治体の公的支援や、地域での金融、コンサルティング、法律や税務といった支援機関の存在も重要となっている。地場企業のイノベーション創出のためには、地域のすべての関係支援機関が有機的に連携して、企業やスタートアップを支援することが重要である。イノベーションエコシステムとは、産業集積や産業クラスターをさらに進化させ

た地域全体としてイノベーションの支援形態であり、地域経済の活性化に不可欠な要素となっている。

本研究では、第3と4章にて地域でのイノベーションエコシステムの事例を検討し、その構成要素を検証し、第5、6章では、イノベーションエコシステムが成立する要件についての理論分析を試みる。本研究全体を通じて、持続的なイノベーションを創出するためには、イノベーションエコシステムが不可欠であることを検証する。

## 2.4 イノベーションのジレンマと日本の製造業

上記のようなイノベーション積極的に肯定する議論を述べてきたが、それらとは異なるイノベーションが持つ負の側面を指摘する議論も存在する。この例の一つとして、イノベーションのジレンマがある。これは、常に革新的な企業がイノベーションを連続して生み出すとは限らないことを指摘している。例えば、Christensen（1997）によると、成功している企業は（1）破壊的な技術に関心が低い、（2）技術進歩のペースは遅い、（3）顧客層や財務構造を理由に新規市場参入のタイミングを失うといった傾向にあり、イノベーションの機会を失いやすいとした。これをイノベーションのジレンマと呼んだ。つまり、イノベーション競争のために、持続的と革新的イノベーションの間にトレードオフの関係が生じていると指摘した。それは、日本の製造業にも該当する。以下、これを日米企業の例から考察する。例えば、「ガラパゴス携帯電話」のように、新製品・新技術の類型を偏重した結果、市場が欲する製品やサービスから遠ざかり、結果的に日本に携帯電話業界は失速した例が挙げられる。これ以外にも家庭電化製品分野において、「合理的な判断の積み重ねが巨大企業を滅ぼす」という構図が散見される。以下にその代表例を記す。

### (1) Beta Max と VHS

技術主導の製品が市場に浸透しない事例として、70年代の家庭用ビデオテープレコーダーにおけるいわゆる「Beta Max と VHS」規格の主導権争いが挙げられる。Beta Max を開発したソニー社に対して、VHS 方式を推進するビクター社は、国内外の OEM メーカーとの提携にあたり、ライセンスを迅速に展開し規格をオープンにすることにより、家庭用ビデオテープレコーダーの市場における標準を確立した。Beta Max は、VHS より画質が優れているにも関わらず、テクノロジーマネジメントの失敗から市場から撤退せざるを得なかった。

### (2) レーザーディスクと VHD

80年初頭のパイオニアによるレーザーディスクと VHD 方式の主導権争奪戦である。70～80年代の規格競争は、米国フィリップや GE との国際競争はあったものの国内への影響は小さく、国内メーカー相互による開発戦が激しかった。90年代後半にもメモリースティックと SD カード、DVD とブルーレイディスクの主導権争いなど、標準規格をめぐる

国内市場の開発戦は明暗を分けた。ソニーは優秀な技術を保有していたが、消費者への遡及に遅れをとり、主導権争いで出遅れた。特に 2000 年以降のデジタル携帯音楽プレイヤー MP3 をめぐる世界的な規格競争に出遅れ、アップルの iPod に後塵を期すことになったソニーの業績は失速し、同社が誇る高性能技術を持つ製品が市場から消えていった。

### (3) スマートフォン

「イノベーションのジレンマ」は、80~90 年代世界をリードしたわが国の大手家電メーカーが 2000 年以降に陥った問題であり、企業のジレンマが地域経済や地域産業政策に大きな影響を与えた。米国でもパナソニックやシャープと同様にイノベーションのジレンマに陥る可能性を持つ企業がある。創業者スティーブ・ジョブズ亡き後のアップルである。アップルは、2000 年代に iTunes や iPad、iPhone 等の「破壊的な」技術と製品に加えて、それらを使った Apple Store などのマーケットを次々と展開し市場を席卷した。しかし、2011 年秋に彼が他界した後のアップルは、携帯電話市場のシェアも年々縮小している状況にある。携帯電話の次世代モデルは、Apple Watch のように、新しいプラットフォームへの移行を模索することが必要であるが、アップルは iPhone4s をした以降はマイナーチェンジを繰り返すのみで、過去に輩出したような破壊的なイノバティブな製品・サービスは登場していない。また、スティーブ・ジョブズが構想を練っていた、次世代テレビの構想も完全な実現には至っていない。この点でマーケットメイクができていないと見るができるが、Apple が日本の状況と異なるのは、地域産業政策とは無関係に事業を展開している点にある。

## 2.5 内部イノベーション能力

イノベーションプロセスの中で、企業内に蓄積されているイノベーションを生起する要因、これを内部イノベーション能力 (internal innovation capability) と呼ばれ、次のものが挙げられる。

### (1) アイディアの源泉

イノベーションに必要な最新の技術、市場などに関する情報は、大企業、大学、およびさまざまな研究機関が所有しているといわれている (Chesbrough, 2003)。従って、企業が情報をどのように吸収するかが重要となる。後述するように、情報やアイディアは取引チャネルと知的チャネルの 2 つの外部リンケージを通じて得られる。また、中小企業では経営者自身がイノベーションに関する情報を取得し、かつアイディアを生み出すことがある。

### (2) 内部イノベーション能力と R&D (研究開発)

イノベーションに関わる企業的能力 (Innovation capability) は、企業利益および株主への利益のために継続的に知識やアイディアを新製品、プロセスやシステムに変換していく能力と定義される (Lawson and Samson, 2001)。そのような能力は、ビジョンや戦略、情



報のてこ入れや組織の集合知、創造とアイディアのマネジメントなど多岐にわたる要素から構成される。イノベーションプロセスにおいて、企業が保有する内部イノベーション能力はその獲得の方法により、技術移転によるものと、学習過程におけるものとに分類される。前者は、特許や生産技術など知的財産権の移転によるものや、関連会社からの人材の派遣受入れなど人的資本の移転によるものがある。後者は、社内外での研修・研究会の開催や、QC（Quality control）に代表される自らの能力を高める活動を含む。図 2.2 は、企業の内部イノベーション能力の形成を示している。

また、内部イノベーション能力は様々な要因で構成されると考えられる。例えば、Mariano and Pilar（2005）は、（1）外部環境とのコミュニケーション（2）ノウハウと組織内の経験レベル、（3）知識構造の多様性と重層性、（4）戦略的ポジショニングに分類した。これらの要因間での因果関係に着目し、どの要因が原因でどの要因が結果であるかを実証的に分析することは、分野の研究課題の一つである。Christensen & Kaufman（2003）は、外部資源の導入を含めた内的な能力は吸収能力（Absorbing capability）であり、新しい外部知識の価値を認識し、商業目的へ昇華させる能力と定義している。また Zahra and George（2002）は、イノベーションプロセスを学習プロセスと見なし、イノベーションに不可欠な吸収能力を強調し、それを潜在的な能力と実現能力に分けた。前掲図 2.1 において、前半の 2 つの要素は潜在的な吸収能力（Potential absorptive capability）、他方、後半の 2 つは実現した吸収能力（Realizing absorptive capability）と区分している。

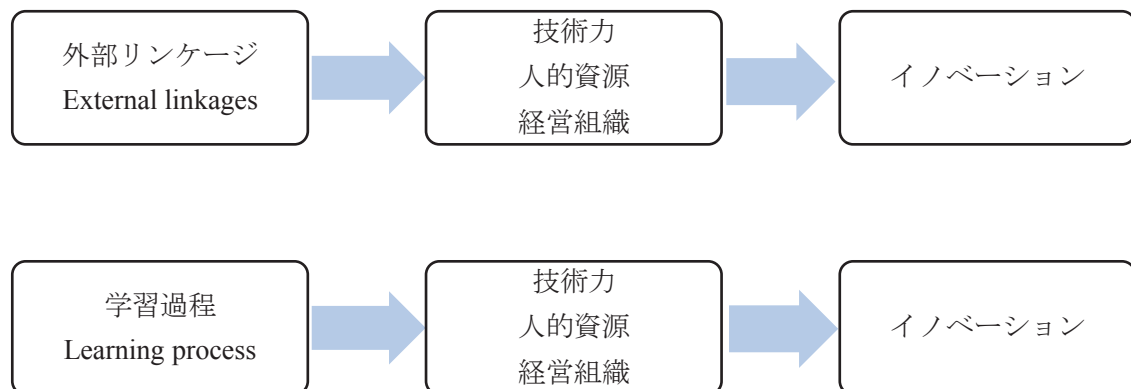


図 2.2 内部イノベーション能力の形成

しかし、最近の学術的な傾向として、内部イノベーション能力間での因果関係に関心が集まっている。実証分析のためには、その具体的な変数（要因）が必要であり、それは技術力、ICT の利用、R&D の組織自律性やその方向性といったものから構成される。これら



の要素のどれが原因であり、どれが結果となるのか、その因果関係が分析されている (Tsuji et al. 2017; 滋野、松崎、辻、2018; Shigeno et al. 2018; Matsuzaki et al. 2018; 松崎、滋野、辻、2019)。本研究の後半の章では、これらの研究成果の一端を紹介する。

以上の研究により、地域中小企業が企業間の Connectivity (関係性) やネットワークを形成するには、個々の企業自体のイノベーション能力を向上させる必要が指摘されている。技術力、学習組織、人的資本、ICT の活用、R&D といった内部イノベーション力の向上に加えて、例えば、従来からの企業間のサプライチェーン (Supply chain: SC)、商工会議所、大学、公設試験場による情報の流れに加えて、技術経営コンサルタント、地域の協議会、地方自治体などの新しいルートも必要となっている。

## 2.6 ゲートキーパーとトランスフォーマー

イノベーションプロセスにおいて、外部からもたらされる知識・技術情報の流れは、人の役割に着目したもの、伝達経路によるもの、情報面から分析したもの等の先行研究がある。この研究は、以前から組織科学では重要な課題であった。例えば、この議論の中で人の役割に着目した研究として、以下のものが挙げられる。Allen (1969) は、研究開発組織において、外部の技術情報は、情報に敏感な少数の者から一般研究者に伝達されるとして、2 段階のコミュニケーションフローを主張した。つまり、組織にはコミュニケーションの「スター」的な人間である「ゲートキーパー (Gate keeper)」が存在する。ゲートキーパーの直訳は「門番」であるが、経営学では製品開発にあたり組織や企業の境界を越えてコミュニケーションによって内部と外部を情報面から情報や技術をつなぎ合わせる専門的経験を持つ人材とする。ゲートキーパーの特徴として、①高度の技術達成者、②第 1 線の管理者、③技術系の経営者等が挙げられる。例えば、欧米では多国籍企業で勤務した経験のあるトップマネージャーや、日本では大企業からの移籍または抜擢した人材等がその例に相当する。

同様な役割として、モデレーター (Moderator) がある。これを直訳すれば「仲介者」であるが、企業外部から得られた知識・技術を社内に拡充する人材を指す。つまり、外部からの知識・情報を企業向けに翻訳する「触媒」的な役割を果たすのである。

原田 (1999) は、知識変換の過程の中では、ゲートキーパーの果たす情報収集機能は、外部情報を組織内の共通言語スキームへと「翻訳」する機能を持ち合わせていないため、それを担当するのがトランスフォーマー (Transformer) としている。これは転換者、あるいは翻訳者の意味であるが、その役割は情報収集機能、情報伝達機能に加えて、組織特有の知識へと転換される知識転換機能をもつとされる。このうち情報伝達機能は、組織に必要な知識に応じて、外部汎用技術を専用化し、逆に、外部専用技術を汎用化するなど 2 面性がある。ゲートキーパーとトランスフォーマーは同一人物である必要はなく、別々にそれぞれの機能が遂行される場合もある。また、情報フローについても様々な見解がある。

例えば、媒介性について、ゲートキーパーが直接、外部情報をトランスフォーマーへ伝達するよりも、情報フロー媒介者により体系化された情報をトランスフォーマーに伝達した方が高い成果を上げられる場合もある（図 2.3 参照）。

犬塚（2010）は、ゲートキーパーとトランスフォーマーは、知識変換上の役割分担を持っており、前者は自ら積極的に知識変換を行う主体であるのに対し、後者は、組織固有の共通言語やルーチンに精通し外部情報を組織内の共通言語スキームへと翻訳する能力を持つ主体であるとする。両者は知識変換の役割分担を持っており、その機能は組織在籍期間に応じて高まり、部分的には同一人物によって担われるとして、原田（1999）の言う知識の汎用性・専門性の高低というよりは、知識変換の役割分担の困難性に起因するとしてトランスフォーマー仮説を修正している。



図 2.3 ゲートキーパーとトランスフォーマーの役割

## 2.7 イノベーション実現の経路

イノベーション実現の経路に着目して知識・情報の流れを検証した先行研究として、Tsuji and Miyahara は、企業が新しい情報を誰から取得し、誰と連携するかに着目して、新しい情報や技術を取得する経路を区分した。すなわち顧客や売り手からサプライチェーンや物流網によって新たな情報を取得する取引経路（Transaction Channel）」と、大学や地域の研究機関といった「知的経路（Research Channel）」があると述べている（Tsuiji and Miyahara, 2009; 2011）。取引経路型は、日本の自動車メーカーとその系列企業との取引関係から新たに技術や情報を取得してイノベーションを創出するタイプであり、知的経路型は、米国のシリコンバレーやボストン近郊のルート 128 など、大学や研究機関を通じて技術優位性による新たな情報が得られるタイプである。そこでは、新たな技術や知識が結合されることにより人材や資金が集積し、新たなビジネスや市場が輩出される。90 年代以降、多くの日本企業が選択していた取引経路を通じたイノベーションでは、競争力や独創的な製品やサービスを創出しにくくなってきたことから、外部資源を企業内の経営資源と結合させる知的経路を通じたイノベーションにシフトするケースが増えている。

経路による種別ではなく情報の内容に着目すると、企業外部からの情報は、公式的な情報（Formal）と非公式的（Informal）な情報に分類できる。すなわち、公式的な情報は、企

業の通常取引から SC や、親企業の要求による系列・下請け企業がイノベーションに取り組む場合を指す。これに対して非公式的情報は、公式的情報以外の流れである同業組合や商工会議所など業界団体から流れ出る情報であり、それがイノベーションを生む場合を指す。イノベーションに取り組むにあたっては、情報の内容と取組み相手との連携内容、距離、頻度などの親密性（Intimacy）の度合が重要な指標になると考えられるからである。以上より、経路と情報に着目してイノベーションの基となる情報の伝達過程を踏まえたのが表 2.1 である。

表 2.1 イノベーションに関する情報の伝達経路と方法

経路		取組み相手	手法	Gate Keeper	Transformer	情報
取引経路		親企業、顧客	SCM、技術者派遣、共同研究	営業、技術者	技術営業	公式
非取引経路	知的経路	大学・公設試、同業者	技術者派遣、招へい、ライセンスング	TLO、R&D 部門	研究者	公式
	親密経路 (Intimacy)	商工会議所、業界団体	コンサルティング、勉強会、展示会、セミナー、交流会	会員、委員	技術部門役員	非公式

出所：辻他（2017）をもとに著者作成

中内（2014）は、情報獲得者からの視点より、企業部門内と部門間での知識移転の違いを指摘し、部門内では重要であった技術的知識の保有は、部門間でのコミュニケーションでは有効ではなく、他部門のインフォーマルな情報へのアクセスを持っていること（社会的知識）が重要であるとして、組織の境界を考慮する必要性を述べ、技術者間における知識移転の促進要因を分析している。Gordon and McCann（2005）は、ロンドンの広域都市圏に位置する企業を対象とした大規模な調査結果から、イノベーションの成功には、地理的近接性による非公式情報の流出の重要性を検証し、非公式情報の流出が果たす役割は極めて限定的であると指摘している。一方、Koesidou and Sziemai（2007）は、開発途上国の地域内での情報交流がイノベーションにポジティブな影響を与えることを、ウルグアイのモンテネグロでのソフトウェア企業集積地での調査で検証している。地域内における労働者の流動性、企業分割、非公式情報の相互作用などにより生じる地域産業集積内の情報交流は、外部の知識資源との関係性を深める高度に重要な役割を果たすことが明らかにされている。

以上の分類を踏まえると、オープンイノベーションの基となる情報は、取引経路だけでなく非取引経路からも伝達され、イノバティブな企業内で獲得・同化・変換・開発される過程において重要であり、情報が産業集積やクラスター内で伝達する要因を考察する。

## 2.8 オープンイノベーション

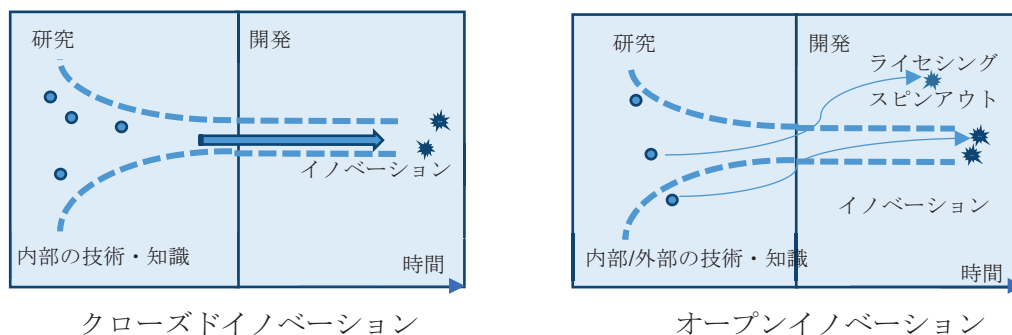
Chesbrough (2003, 2006) は、オープンイノベーションを、「社内や社外からも優れたアイデアを取り入れ、それらの優れたアイデアを市場に直接供給するだけでなく、他社を通じて市場に供給することである」と定義する。そして、「知識の流入と流出を自社の目的にかなうように利用して社内イノベーションを加速するとともに、イノベーションの社外活用を促進する市場を拡大」し、地域に存在するヒト、カネ、技術（情報）をイノベーション過程で自由に結びつけて、市場に存在しない新製品を他社に先駆けて供給する新しいシステムと述べた。また、情報は常に企業の外で生まれ、それをどのように企業内に取り込み、企業内部のイノベーション力と結合させるかにあり、「企業のイノベーションを促進するためにオープンイノベーションは不可欠である」と必要性を説いている。また、新しい情報は常に企業の外部で生まれ、それをどのように企業内に取り込み、企業内部のイノベーション力と結合させて行くかがイノベーションの過程と定義する (Chesbrough, 2003, 2006)。Christensen (1997) も、オープンイノベーションには、外部ナレッジソースの利用と、外部チャンネルを利用した市場アクセスへの拡大、この二つの側面があるとしている。

Chesbrough が言うオープンイノベーションは、内部や外部の知識・技術を取入れる知的経路を通じて既存市場や新市場に新製品やサービスを供給したり、他社の市場に対する知識・技術を提供したりする。それは、大学・研究機関との連携による新たな製品やサービスの開発であり、主として知的経路を通じたイノベーションである。知的経路には、国や地方自治体が設置した工業試験場や産業振興組織などの公共研究機関も含まれる。図 2.4 と表 2.2 は、Chesbrough のオープンイノベーションとクローズドイノベーションとを対比したものである。

上述した知的経路によるオープンイノベーションである Chesbrough 型に対して、日本の企業は長期的な取引関係や資本関係のある取引相手を通じたイノベーションに取り組んできたが、これもオープンイノベーションの一類型である。すなわち、労働力の流動性が低い終身雇用制や、トヨタにおけるジャストインタイム方式による系列企業の SCM (Supply Chain Management) がある。日本の企業の 9 割を占める中小企業において、部品開発や性能向上のために企業の内外での擦り合わせが必要となり、擦り合わせ型と呼ばれる製品開発スタイルが定着した。この結果、企業間に SC や物流網が発達した。加えて、Zero Defect (無欠点) 運動のように、従業員一人一人の創意と工夫により誤りの原因を除去し、最初から正しい仕事に取り組む、仕事・原価・納期に対して効率的に仕事を進めることにより、日本型オープンイノベーションを創出してきた。

日本型のオープンイノベーションが、取引経路による固定化した狭義のものであるのに対し、欧米型のそれは、取引相手先はその都度決まる。欧米型の広義のオープンイノベ

ーションを進めるには、相手先と繋がるための Connectivity（関係性）が重要となる。内閣府は、「オープンイノベーションとは、（必要により失敗を内生化するエクイティ・ファイナンスと外部のベンチャー企業群も活用し）自社内外のイノベーション要素を最適に組み合わせる（mix & match）ことで、新規技術開発に伴う不確実性を最小化しつつ、新たに必要となる技術開発を加速し、最先端の進化を柔軟に取り込みつつ、製品開発までに要する時間（Time to Market）を最大限節約して最短時間で最大の成果を得ると同時に、自社の持つ未利用資源を積極的に外部に切り出し、全体のイノベーション効率を最大化する手法」と定義している。



注：右の図で示した太い実線内は企業内のイノベーション活動を表している。

出所：Chesbrough（2003）に筆者加筆。

図 2.4 オープンイノベーションとクローズドイノベーション

表 2.2 オープンイノベーションとクローズドイノベーションの比較

クローズドイノベーション	オープンイノベーション
企業に役立つ人材は雇用しなければならない	企業内の役立つ人材だけでなく、企業外の役立つ人材と協働しなければならない
研究開発から利益を得るためには、基礎、応用、製品化全てを自らしなければならない	外部の研究開発で創造できる価値を得るために、自社の研究開発が必要である
もし我々が我々自身で発見をしたのなら、我々が最初の市場参入者である	利益を得るのなら、その発見が我々独自のものである必要はない。
イノベーションを最初の市場に参入した企業は勝者になる	優れたビジネスモデルを開発することが最も重要である
市場に最適最良のアイデアを創造すれば勝者となる	社内外のアイデアを最良に活かすならば勝者となる
他社が自社のアイデアから利益を得ないように、知的所有権をコントロールすべきである	他社が自社の知的所有権を使うことにより利益を得ると共に、自社のビジネスモデルを補強する知的所有権を買うべきである

出所：Chesbrough（2003）



クローズドイノベーションは、研究シーズや人材をすべて自前で供給してイノベーションを進めるもので、代表的な例として 1950 年代のベル研究所は膨大な研究費と人件費を使って研究開発を進めていたが、60 年代に IBM がオープンイノベーションを採用したことにより、このタイプの研究開発は終焉していった。

上記を踏まえて、地域におけるオープンイノベーションを考察するにあたり、①地域企業はどの外部リンケージを持っているか、②外部リンケージは企業のイノベーション創出に貢献しているか、③外部リンケージを高めるにはどんな地域産業政策が必要か、これらが重要な視点となる。

## 2.9 地域産業政策とイノベーション

本節では地域におけるイノベーションエコシステムで重要な役割を果たす政策について検討する。その前に、産業集積策と産業クラスター政策の相違について検討する。藤田他は、「イノベーションを活発に創出する「産業集積」を「産業クラスター」として理解していく必要がある」と指摘している（藤田他、2009）。また西澤は、「クラスターという企業集積を前提にするのではなく、集積をもたらすメゾ組織の構築が問われる」として、産業クラスター論を地域経済再生論としては検討に値するが、NTBFs（New Technology Based Firms）の創業や集積には機能しないとしている（西澤 2014）。

本研究は、「産業集積」はある種の産業に関連する複数の企業が固まって立地した地理的・歴史的現象に由来する状態をいうのに対し、「産業クラスター」とは企業同士のインタラクションやコミュニケーションが生じて集積の経済性が機能して、特殊で高度な試作品の作成やイノベーションを創出できる状態にある地理的集中を指すと定義する。しかしながら、両者の相違は厳密なものではなく、本研究では基本的に両者を同一のものと見なす。

### 2.9.1 地域産業政策とは何か

地域産業政策に対していくつかの定義が提唱されている。まず、「企業や産業が困難を克服し自立性を持って成長するため、公共主体やそれに準じる主体が一定の限度において支援策を講じ（中略）、地域の内発的発展に重要な役割を担う」地域の社会経済の厚生を高める活動である」とされる（加藤、2008）。他方、「地域、企業、農業、製造業、サービス業の競争力を強化するためのミクロ経済政策」と定義する（山崎、2003）。山崎は地域における生活水準の維持、拡大の方針として、地域の企業の生産性と競争力の上昇が必要とする。また、地域産業政策の性格について、「全国一律の政策ではなく、歴史的に形成されてきた地域の産業集積・産業構造および地理的特性、地域の資源や地域の競争優位性を活用した、個性的な政策でなければならない」とも述べている。伊藤（2004）は、「地域産業が自立的に発展するためには、産業内部の企業間で競争だけでなく協調する意思と行動が地域に埋め込まれ、地域体質、産業風土として醸成されることが大切」とし、「目利き力が地方自治

体の政策支援においてもますます重要になる」と、地方自治体による産業政策に期待している。

地方自治体の産業政策の策定目的については、「経営の革新」や「第 2 創業にチャレンジする」など、企業活動の分野を特定した政策が多く、支援メニューも多様である<sup>1)</sup>。従って、既存産業の経営支援する点ではミクロ経済的な支援策が有効と考えられる。支援決定にあたっては、企業の経営状況や経営方針から、地方自治体は可否を判断する。その一方で、新産業や成長期待分野を開拓する分野においては、イノベーションに発展するかの判断はほとんど不可能であり、企業の経営方針や技術レベルのヒアリングなどを信頼して支援策を決定する以外は判断する方法がない。何を判断基準とするかという点がイノベーション創出支援策を策定する政策担当者に課される課題である。

## 2.9.2 産業集積とイノベーション

産業集積地でなぜイノベーションを興すことができるのか。産業集積についての古典的な先行研究として、Marshall の機能論の流れと Weber の発生論の流れがある。

Marshall (1890) は、産業集積というシステムの機能論に重点を置き、同一（関連）産業の集積が「局地化された産業 (Localized industries) として「特定の地区に同種の小企業が多数集積すること」がなされると、①補助産業 (Subsidiary industries) の成長、すなわち専門分化した高度な分業ネットワークの形成、②熟練労働市場 (Local market for special skill) の形成、③新技術や知識の蓄積とスピルオーバー、すなわち、多くのアイデアや知識がお互いに結びつくといノベーションが生み出されやすくなるとして、外部性の存在を指摘している。実際、「ある産業がひとたびある場所 (locality) を選んだならば、その産業はそこに永く留まる傾向がある。その職業のアドバンテージはもはやアドバンテージではなくなる。取引の神秘性はなく、それはあたかも空気のようになり、子供たちは無意識に多くのことを学ぶ」と述べて、地域に産業集積が定着していく経緯を述べている。

一方、Weber (1909) は、産業集積 (Agglomeration) を「一定の地域に経済活動あるいはその主体が集まること」として、事前的合理性に基づく企業行動の結果と捉えている。Weber は集積の発生を、運送費・労働費の節約によるものと、集積そのものから得られる利益によるものとに分けた。すなわち、前者に関する利益は当初か特定地域に固有の利益であるのに対し、後者の利益は集積が発生した後に存在する利益と考えられる。

稲水他 (2007) は、Weber が「まっさらの状態から予測可能な「利益をもとに集積が発生するプロセス」を考察し、一つの企業が複数の自社工場を統合する場合のみ妥当する発生論をとるのに対し、Marshall は内部経済性（一企業の拡大によって得られるその企業の利益）と外部経済性（地域の鉄道・道路網などの公共インフラ等により得られる地域の利益）を明確に区別し、外部経済性に見られる例として産業集積を取り上げ、「作り出された集積が自己強化的に存続するプロセスを考察」している機能論との違いを指摘している。



さらに、「日本のこれまでの産業集積論が見落としてきた視点は、受注側の論理やメリットについての言及ばかりで、発注側の論理やメリットについて言及しておらず、産業集積の機能を説明していない」と述べ、発注側・受注側の二分法ではなく、3つの主体に分けて考える必要があると指摘する。すなわち、①産業集積に対して発注を行う大手企業・中堅企業、②大手企業・中堅企業から発注を受ける窓口となる口座保有企業、③大手企業・中堅企業から受注した口座保有企業からの外注を受ける小零細企業、これらが必要と述べている。

Saxenian (1995) は、産業集積を説明する地域産業システム (Region's industrial system) の概念として、①大学や地方自治体など官民の組織に代表される地域の組織と文化 (local Institution)、②水平分業の進捗を表す産業構造 (Industrial structure)、③企業の縦横の適応力の程度を表す企業の内部構造 (Corporate organization) を捉えている。

Krugman (1991) は、空間経済学の立場から、集積は国と言う経済単位ではなく空間的にはるかに小さなスケールの産業集積であり、特定部門産業特化地域が世界各地にあるからこそ地域間の商取引がなされ、それが市場メカニズムに委ねられるならば、特定産業部門の特定地域への集積は必然であると述べている。Almeida and Kogut (1999) は、人の移動による知識・技術の移転がもたらすイノベーションは、シリコンバレーやルート 128 のように、知的労働力の流動性の高さが様々な研究所や大学と企業を結び、新たな情報や技術をもたらすとする Labor Mobility Theory で説明した。

中小企業白書 (2003 年) によると、産業集積のメリットは時代により変化している。すなわち、1990 年代は「地域での水平分業」であったが、2002 年では「企業間の情報交流」「関連企業の近接性」「質の高い労働力の供給」「技術的な基盤・蓄積」が上げられる。しかし、世界的なモジュール型の生産体制の普及やオープンイノベーションが進展するにつれ、地理的優位性が失われてきていると述べている。

### 2.9.3 産業クラスターとイノベーション

地域産業政策の一つに産業クラスター政策がある。クラスターは葡萄の房を意味し、産業クラスター政策は、地域の中堅中小企業・ベンチャー企業が、大学や研究機関等のシーズを活用して、新事業が次々と生み出せるような事業環境を整備することにより、競争優位を持つ産業が核となって広域的な産業集積が進む状態を形成し、地域の競争力向上を図ることを目的とする。Porter (1998) は、クラスターを「特定の産業分野における関連企業、専門性の高い供給事業者、関連業界に属する企業、関連機関 (大学、規格団体、業界団体など) が地理的に集中し、競争しつつ、同時に協力している状態」と定義している<sup>2)</sup>。

クラスターがもたらす競争優位性 (集積効果) として、①クラスター形成による企業や産業の生産性の向上、②企業や産業のイノベーション能力の向上、③クラスターの拡大と新規事業創造の促進を上げている。さらに、クラスターの「そのようなつながりは、競争

や生産性、特に方向性とビジネスやイノベーションの速さの基本である」として、スピルオーバー効果に注目している。「競争環境にある集積の新たな役割は、益々集合化し、知識ベースとなって、経済成長するようになることである」クラスターの役割をと述べている<sup>3)</sup>。しかし、Porter のクラスター論には①クラスターにおける内部経済と外部経済の関係、②組織の枠を超えた情報流通型ネットワークの形成条件、③大企業はクラスターに参加するか、これらの3つの問題点が指摘されている（原田、2009）。

Porter に代表されるように、多くの産業クラスター形成理論は存在するが、その一方で政策評価に関する研究は極めて少ない。その理由として、産業クラスター政策の効果と適格性を評価することは、「イノベーション創出との因果関係が不明確で、評価軸やツールの開発は現実とのギャップが生じるため難しい」と指摘されている（日本立地センター、2013）。

近年のクラスター政策の評価を定量化する試みは、EU では「Cluster Observatory」が、地域における特定産業の雇用者統計の比較を通じた比較定量化や、クラスターマッピング、クラスター政策や統計に関する資料をリポジトリすることで、各国各地域のクラスター政策の効果と位置づけを明確にしている。データを始めとするエビデンスベースに基づく政策形成により、EU 全体が一つの産業クラスターとして連携しながら公正な競争により成長することが先進的な都市で始まっている。

#### 2.9.4 地域産業政策の問題点

これまで国や地方自治体は、特定分野の産業育成や企業集積のためのイノベーション創出を支援する新たな産業政策を打ち出してきた。しかし、大きな社会的インパクトや新たに市場を創出する革新的な成果は、企業自らの自助努力によるものであり、支援策からは成果が生まれにくい。この状況を受けて地方創生論は、様々な政策で地域経済の活性化を図り、東京一極集中型の経済構造を是正しようと試みているが、地域の中小企業がイノベーションを興すことは難しい状況にある。

その原因は、モジュール型ではない垂直型の産業構造や、大学・研究機関の成果を還元し社会実装する際の障壁や資金問題など多くの理由が挙げられるが、産業政策の実効性にも一因がある。すなわち、わが国の地域産業政策が市場を席卷するイノバティブな製品の登場を狙った具体的な政策を打ち出した実績はほとんどなく、特定企業の誘致による産業集積策などでイノベーションの生起を間接的に期待する支援策が大部分である。

一例を挙げると、過去 30 年以上にわたる産学官連携政策の取り組み推進の結果、大学発ベンチャーの数は、2011 年度には 2143 件を超え一定の成果をあげたが、新規の大学発ベンチャーは減少傾向にあること、欧米に比べて産学共同研究の規模の多くは受入れ金額が 100 万円未満と小さく、更に産学官に金融機関を加えた連携する仕組みがないことなど、イノベーションを創出支援する力は強いとは言えない。

国のイノベーション推進支援策以上に、企業のイノベーションの創出支援が難しいのが、地方自治体による地域産業政策である。今日多くの地方自治体は、地域産業支援策を実施しているが、それに成功している自治体は極めて希であるといつてよい。自治体は国に比べて財政規模が小さく、地域企業を主な対象として産業政策を展開せざるを得ない制約があるが、地域経済を活性化させるその狙いとは逆に、結果的に地域経済にマイナスとなる産業政策もあるなど後述する「政府の失敗」が生じ、当該地方自治体の財政力にも大きな影響を与える。

1997年に成立した「特定産業集積の活性化に関する臨時措置法」いわゆる「地域産業集積活性化法」は、第1条で「特定産業集積の有する機能を活用しつつ、その活性化を促進する措置を講ずることにより、地域産業の自室的発展の基盤の強化を図り、もって国民経済の健全な発展に資する」ことを目的とし特定産業に的を絞った政策を求めている。以上より、地域産業政策がイノベーション創出を狙うためには、一般・普遍的な支援策ではなく、航空機、医療機器など新たな市場創出が期待される分野から、さらに詳細に分野を絞り込むことが地元地方自治体に求められている。その後この法律は所与の目的達成の理由で2007年に廃止された。

## 2.10 これまでの国主導の産業クラスター政策

本節では、日本における産業クラスター政策を概観する。わが国の産業クラスター政策は、国と地方自治体では内容が大きく異なる。クラスター政策には、国主導（先導）型と地域主導型がある。国主導型は、我が国の国際競争力確保のため先導的な分野で、新・産業集積活性化法や企業立地促進法等により全国的な視野からクラスターを形成していく必要がある地域を集中的に支援している。

### 2.10.1 概要

経済産業省による立地政策は、60年代の「国土の均衡ある発展」から80年代~90年代前半の「地方における知識集約化産業の拠点開発」を経て、90年代後半以降は「地域の自立の促進」を目指している。これを受けて、経済産業省の産業クラスター政策は、「地域の企業、大学、研究機関、産業支援機関等の産学官等が広域的なネットワークを構築し、企業間連携・産学連携等によって技術・ノウハウ等の知的資源等を相互活用して、地域の強みを活かした新産業・新事業が創出される内発型の発展を目指す政策」を目指し、キーワードとして、産業クラスターの創出、地域資源の活用を掲げている。そのために、これまで既存の個別に存在していた産業集積を、新事業や新産業の創出のためにクラスターマネージャーが地域企業の有する多様な技術を融合して新しい製造技術を確立し、量産化に向けた更なる技術開発・技術マッチング、販路開拓をコーディネートする「クラスターマネージャー主導型」を制度化した。これまで国内18のクラスター計画により、多くの企業が

参加メリットを感じており、収益が向上しているという。

文部科学省の「知的クラスター創生事業」は、プロジェクトの企画・立案、共同研究や交流活動等を通じて、産学官の関係者によるネットワークを形成し、緊密な連携、日常的なコミュニケーションから、核となる公的研究機関等の有する独創的な技術シーズと企業の実用化ニーズを相互に刺激しつつ、イノベーションを連鎖的に創出する集積の形成が起こるシステムを構築目的としている。文部科学省によると「知的クラスター」とは、地域のイニシアティブの下で、地域において独自の研究開発テーマとポテンシャルを有する大学をはじめとした公的研究機関等を核とし、地域内外から企業等も参画して構成される技術革新システムを創生することを指す。この点で知的クラスター事業は、科学技術政策の一環であり、結果として産業クラスターが創出することを目指している。

知的クラスター創生事業も 2010 年度以降は、クラスター政策発展の時期と位置づけて、「国は、地域のイニシアティブの下で行われているクラスター形成活動への競争的な支援を引き続き行う。その際、クラスター形成の進捗状況に応じ、各地域の国際優位性を評価し、世界レベルのクラスターとして発展可能な地域に重点的な支援を行う」としている。

これを受け継いだのが、「地域イノベーションクラスタープログラム」(2011 年度～)である。前者は、優れた研究開発ポテンシャルを有する地域の大学等を核とした産学官共同研究等を実施し、産学官のネットワークの構築により、イノベーションを持続的に創出するクラスターの形成を図ることを目的としている。後者は、地域イノベーションの創出に向けた地域の主体的かつ優れた構想に対して、経済産業省及び農林水産省と連携して、「地域イノベーション戦略地域」の選定を行い、選定した地域に対して、文部科学省は、ソフト・ヒューマンを重視した支援（「地域イノベーション戦略支援プログラム」）を行っている。

## 2.10.2 国主導の産業クラスター政策の評価の視点

ここでは、これまでの国（経済産業省、文部科学省）のクラスター政策の課題を検証する。問題点として以下の点が指摘できる。

### (1) 政策の自己評価指標の不透明性

クラスター創成事業の効果は、国の自己評価と第 3 者評価の 2 面から評価している。例えば、札幌 IT カロツツェリア（クラスター）を評価する「知的クラスター創生事業自己評価報告書」では、知的クラスター政策を定量面と定性面から指標を設定している。評価指標は、研究開発の権利化（特許意匠出願件数ほか）、事業化・商品化（新商品・新事業創出件数、新企業の設立件数、単年度売上高）、クラスター形成（共同研究に参加した企業・大学・公的関数、研究者数）を設定している。

定量的効果としての知的財産（特許・意匠）の出願件数と実施料収入や売上高は実数値



で明快であるが、新製品・新サービスの市場での占有率を推定していないため、想定する市場規模と比較できないため有効でない。

定性的効果はさらに抽象的であり、研究所・企業とのネットワークの拡大、技術的知識、研究テーマに関する情報交換頻度の向上、新たな共同研究開発の開始、企業の知名度の向上、企業内の人材育成の伸展などを掲げている。定性的評価は、指標化しにくい内容ではあるが、情報交換頻度の増加や新たな共同研究開発の開始等については、クラスター事業終了後も基準を満たせば、何らかの形で公的支援が続くように指標化することが望ましいと考えられる。

## **(2) 政策終了のタイミング**

経済産業省の「産業クラスター効果調査報告書」（2012 年）によると、クラスター形成創出効果の指標は 11 項目ある。このうち、地域と関係が深い項目は、①参加促進効果、②企業連携促進効果、③産学ネットワーク形成効果、④企業間事業連携効果、⑤地域の産学官連携効果、である。このうち⑤の指標の定義は、「産業クラスター活動に参加することによって産学官連携活動による成果がどれくらいあったか」である。地域へのクラスター形成による創出効果を共同研究、技術移転、人材交流で表すだけでは不十分である。また、国先導型はクラスターの形成時期によって、研究開発プロジェクトや研究会活動の開始など、クラスターの核を形成する立上げ期、周辺技術や商品化・販路開拓によるネットワークを形成していく成長期、他のネットワークとの連携融合、具体的な事業展開を更に推進することで世界競争での優位性を獲得する成熟期に分けて支援している。クラスター形成が軌道に乗ってきた際には、国の関与を次第に減らして財政面での自立化を促し、産業クラスターの自律的な発展を目指すとして地域の自立性に委ねている。しかしこの結果、クラスター活動プロジェクトが終了すると共に開発・製品化が終了する場合がある。上記報告書では、第 1 期のクラスター揺籃期の結果を踏まえた第 2 期の政策には成長理論的なアプローチが盛り込まれているが、施策の連続性が欠如すると、支援策を受けてきた企業にとって過大な負担となり、クラスターを構成する個々の企業の成長鈍化が地域クラスター全体の成長を鈍化させる結果となる。政策の集中投資の継続性と終了する時期の判断が課題となる。

## **(3) 国の産業クラスター政策の問題点**

国の産業クラスター政策の問題点は、政策効果の評価を国と実施地域の評価基準の差異を明確化せずに、当該事業を実施した地域の自己基準を参考に判断している点にある。久繁（2010）は、「経済的な豊かさばかりを追求する。“だから”地域再生がうまくいかない」と述べているように、クラスター政策は一朝一夕で完成するものではない。従って、政策効果の時点評価だけでなく、地域の変化と影響を継続評価した上でクラスター政策を展開すべきであり、継続評価指標の具体化と施策の継続手法の検討が必要である。

国による産業クラスター政策は、各省庁が施策連携を密にするようになり、各省庁のクラスター推進事業も施策の一貫性の点では改善されたといえる。一方で、問題は施策の継続性自体にあるのではなく、一定の成果が上がったと評価して国の関与を一方的に打ち切る国の判断が、地域への波及効果と持続性および発展性を十分考慮していないように見えることにある。

## 2.11 これまでの地方自治体主導のクラスター政策

### (1) 概要

地方自治体主導型のクラスター政策は、歴史的に見ても、構造改革特区（2002 年度）や国家戦略プロジェクト（2012 年度～）など、国主導の産業振興策やクラスター政策を補完する形で展開されてきたものが多かった。国の施策が地方への産業分散や再配置を目的とし、それに合わせた国庫補助金や地方交付税が交付される制度上、地方自治体の産業政策は国の施策に合わせざるを得ないという構造的課題を抱えている。しかし近年は、地域の自立や内発的な成長を支援策に合わせて策定されたものが増えている。それを受けて、地方自治体は地域資源の活用による地域の潜在力を最大に発揮する産業政策を展開している。

例えば、兵庫県の「ひょうご産学集積群（クラスター）プロジェクト」では、兵庫県の強みを生かした産学集積群（クラスター）の形成を推進するため、「兵庫ものづくり支援センター」の共同利用機器の拡充整備を図るとともに、次世代型産業に結びつく可能性の高い戦略的重点分野における研究開発プロジェクトの推進、「兵庫県放射光ナノテク研究所（仮称）」による企業・大学・研究機関との共同研究の促進、県専用ビームラインの機能強化に取り組む」としている。これは、兵庫県が誘致した国の国家基幹技術の一つである放射光施設の設置による光産業の集積を推進するための施策である。

政令指定都市レベルの産業クラスター推進策の例としては、第 3 章で詳述する神戸医療産業都市（K-BIC）の例がある。

しかし、都道府県レベルや政令指定都市の産業クラスター政策に比べて、都市規模や市場規模および人口などで劣る中小地方自治体では、自らが中心となって産業クラスターを推進するのは困難である。近畿地区においても東大阪市のように歴史的にモノづくり産業が集積している地方自治体は数少ない例外であり、新たな産業クラスターを創生するには、核となる企業や大学・研究機関の存在が不可欠である。

### (2) 地方自治体の産業クラスター政策の評価の視点

地方自治体主導で独自の産業クラスター政策を展開している自治体は多くなく、政令指定都市や中核市レベルに限られているのが現状である。しかし、中には兵庫県養父市のように、人口の減少と高齢化の進展・農業の担い手不足と耕作放棄地の増加といった、全国の地方が抱える共通の課題を率先して解決するために、国の制度を利用する市町村もある。

しかし、多くの地方自治体は自ら積極的に、クラスター政策を実施できる状況にないのが現状である。

中小企業白書（2016）によると、首都圏以外の地域で企業城下町や旗艦企業を中心とする大規模な産業集積が成立しにくくなったことに加えて、国内市場の縮小や人材・後継者不足、設備の老朽化などの産業集積地が抱えたきた諸課題が要因となり、少数業種や企業に依存したビジネスモデルは成立しないと述べており、わが国の地方の中小企業の競争力やイノベーション創出が厳しい環境に置かれていると言えよう。

地方自治体による地域に「固執」したイノベーション創出を目指す地域産業政策は、大企業城下町誘致型の産業集積策に見られるように、地域に適合した産業集積を形成できない。時には地域経済を疲弊させる「政府の失敗」原因となることがある。政策の方向性と実施する施策の方向性を見誤ると、地域経済に与える影響は大きくなる。日本立地センターの研究報告によると、「クラスター関連のナショナルプロジェクトは、地域からの提案に大型競争的資金が投入されるため、地方自治体ではそれに採択されることが目的化し、一中略一、出口において地域企業がイノベーションを創出するという一番重要な成果への注力が脆弱なケースがある」ことを指摘し、地方の政策の失敗を招きやすい危険性を指摘している。

同様に国と地方との役割についての課題は、米国でも指摘されている。例えば、National Innovation Agenda（NIA）は、連邦政府の役割は、「触媒」（カタリスト）であるべきとしている。すなわち、クリントン大統領時代に国家ナノテクノロジーイニシアチブ（The National Nano Technology Initiative）では、連邦政府のアナウンス効果により、大学や研究所が様々なプロジェクトを立ち上げ、地域の活性化やイノベーションに触媒の役割を果たしたと評価している。その一方で、産業政策の失敗が地域を窮地に招く点についても、NIA は警告している。すなわち、産業政策がイノベーションのプロセスや干渉に伴って、利益関連グループによる利潤追求、欠陥ある情報による意思決定、不完全な情報、当局による規制、地方交付金などが、利潤をはるかに超えるコストや、新たな環境変化への柔軟性の欠如により「政府の失敗」を招くことがある点である。政府が注意深く考慮して市場に干渉するとき、「解決」が「疲弊」より悪くなることがある。すなわち、NIA が警告する「政府（国・地方自治体）による重大な市場の失敗」を招いている。

米国政府は、「可能であれば、常に政府プログラムまたはトップダウンの規制に依存せずに、市場の力による優位性を確保するための規制を採るべきである。」と述べている。市場の力を十分考慮しない過大な政府の干渉は、成長させるべき対象企業を、その意図とは逆に萎縮させてしまう政策を採ることを戒めている。日本でも、他山の石と銘記すべきであろう。



## 2.12 イノベーション創出のための地域エコシステム

近年注目されているのが、地域イノベーションエコシステムである<sup>4)</sup>。すなわち、地域において「経済と社会の様々な要素の多面的かつ継続的な相互関係で成り立つ生態系のようなもので、イノベーション政策は、需要側と供給側の能力を高めると共に、両者の潜在能力が最大限発揮できるような国のインフラを高めることが中心となるが、3者が共鳴しながら進化することが重要」としている（Innovate America 2004）。また EU では、欧州委員会が Creating an Innovative Europe 2005 において、優れた科学技術の研究開発とイノベーションに対する技術の補強が必要で、人材、資金知識の流動性が高い新たな社会システムに変えていくことが必要としている。

イノベーションエコシステムは、産業集積が著しい首都以外の地域における産業活性化が日本経済の今後を左右する重要な課題であり、首都圏以外の地域で産業クラスターを形成するための取組みとして注目され始めており、これまでのイノベーション創出政策を振り返る流れが各国でも盛んになっている。

例えば、これまでの企業誘致（エコノミックハンティング）に依存するのではなく、地元の中小企業を育成することで、地域経済を活性化する方法である「エコノミックガーデニング」がある。米国コロラド州リトルトン市で導入された地域産業政策は、雇用の増加と税収増となり、この取組みは大阪府や鳴門市などで始まった。エコノミックガーデニングは、企業戦略、市場力学、イノベーション、気質、見込顧客情報などを理解し、中小企業が自社の強みを活かした新規事業を支援するエコシステムである。「わが国のイノベーション創出策をナショナルプロジェクトで実施するのではなく、地域イノベーションエコシステムによることが必要」としている（日本立地センター報告）。

国は過去のイノベーション創出政策が投資効果を考慮せずにマッチングに主眼をおいて実施してきた反省を踏まえて、以下の方針を立てている。すなわち、国の「日本再興戦略（2014 年 6 月 24 日政府閣議決定）」において、日本のイノベーション・ナショナルシステムの強化を提唱し、技術シーズを事業化に結び付ける「橋渡し」機能の強化策として、「研究開発税制の強化（オープンイノベーション型として試験研究費の控除額を 12%から最大 30%にアップ）」、「中堅・中小企業への橋渡し研究開発促進事業」、「地域オープンイノベーション促進事業」など、企業のオープンイノベーションの強化支援策を展開している。さらに、「まち・ひと・しごと創生総合戦略（2014 年 12 月 27 日閣議決定）」では、地方における若年世代の流出と人口減少を食い止めるためにも、地域イノベーションによる新産業や既存企業高付加価値化が不可欠であり、関係省庁が連携して「マーケットを見据えて全国レベルで革新的技術シーズを事業化につなぐ「橋渡し」機能、マッチング機能の強化による地域イノベーションが必要」と説いている。

経済産業省によると、60 年代以降のイノベーション研究の変遷は、「企業のイノベーション時代（60～70 年）」から「国家のイノベーション時代（80～90 年代）」、「産業のイ

ノベーション時代(2000年～2010年)」を経て、「社会システムのイノベーション時代(2010年～)」の状況にあるとしている。現代の研究トレンドは「社会価値志向型の産業が成長する」時代にあるとする。そして政府のイノベーション政策は、オープンイノベーションに十分対応できていない現状を踏まえて、「社会全体の持続的成長を目指すイノベーションエコシステム」を追求する時代であるとしている。

一方、イノベーションエコシステムに関しては以下の議論がある。田中(2014)は、日本発の世界的なプログラム言語であるRubyを軸としたソフトウェア産業クラスターの成功要因として、①スーパーエンジニアの存在、②地方自治体の積極支援策、③産学官連携、④地方公務員のベンチャー精神の4つを掲げている。このうち、最も大きな成功要因は、①のスーパーエンジニアが島根県に在住していることであり、その偶然性を除けば、②③はベンチャー企業育成策の基本である。但し、④はこれまで看過されがちであったことで、初期の段階で産業政策として支援する決断した先見性とスピードは特筆すべきであり、支援策を担当する地方自治体職員の専門性と資質の向上は必須である。

関ら(2006)は、地域産業振興における地方自治体内部構造のあり方について、「地域産業は、産業界のためにあるものではなく、地域の生活基盤のため(中略)教育も福祉も医療も各種行政サービスも産業になっていく」として、以下の21世紀の地方自治体産業振興組織の5類型を示している。

- ・セーフティネット型：最小限のことしかしない極小のユニット
- ・特定産業集積特化型：産業の取捨選択を行い、極端な一転突破を図る
- ・官民一体・新公民主義型：公務員を廃止し、全てが公民となる
- ・戦略的先端技術投資型：次世代産業の主役争奪
- ・遠隔地本気地域連携型：県の地理的範囲を越えた飛び石的産業連合形成

## 2.13 結びに代えて

本章では、企業のイノベーション創出プロセスを概観し、外部情報の入手経路のためのオープンイノベーションや内部イノベーション力が重要であることを検証した。一方で、国や自治体によるイノベーション創出の産業支援策の内容とタイミングについて、状況変化に応じて策定し弾力的に実施しなければ、地域経済の厚生にマイナスとなることも確認した。地域産業政策を推進するには、まず地域でのイノベーションエコシステムの理解と確立が必要である。最近、クラウドファンディング、FABラボ、メイカーズなどICTを活用した新たなイノベーション創出をサポートする仕組みや技術が出現している。21世紀型の地域でのイノベーション創出のエコシステムは、上記の要素を有するような社会システムとなる。今後このエコシステムの形成には行政だけでなく、企業や消費者である市民・住民の参画など様々な視点を踏まえた上で策定する地域産業政策が求められる。その一方

で、これまで検討した補助金による旗艦企業の進出を目指した地域産業政策による負の影響（政府の失敗）は、行政がイノベーション創出のプロセスと現場を十分知らずして、政策を策定し、実施してしまうことに起因する。今後は、行政が事前に政策の策定基準や評価手法を確立し、地域社会全体でイノベーション創出を支えるエコシステムの確立が早急に求められる。

次章以降では、これまでの企業誘致や集積のみが主目的の産業クラスター政策とは異なる事例をみることにより、地域イノベーションエコシステムの要素を検証する。

## 第3章 神戸市のイノベーションを創造する地域産業政策の変遷と課題

### 3.1 神戸市の地域産業政策の変遷

本章では、地域経済の振興を目指す自治体の地域産業政策が、地場の企業のイノベーション創出にどのような効果があるかを検証する。

1990年代初頭にバブル経済が崩壊した日本経済は、いわゆる「失われた20年」の長期的不況に入った。地方においても重厚長大産業からの展開を図るために、自治体による地域産業政策が展開された。しかし、その多くが既存企業の誘致による企業集積を目的としており、地域の誘致合戦に終始する場合が多かった。中には、巨額の補助金を旗艦企業に支出したにも関わらず、企業業績不振により撤退される政策の失敗例もあり、税の減免措置、土地価格や工業用水代の減額などによる誘致策は実効性が無くなった。さらに、90年代以降地震や津波など自然災害が頻発する我が国で、被災地域の産業復興の成否が地域経済に永く影響を与える点において、自治体の復興政策の実効性が重要となっている。特に大規模な自然災害を被った自治体が、産業復興の初期段階で地域に新産業を興隆させるために、国の先導的プロジェクトとして大きな投資がなされる場合がある。地震災害からの復旧・復興を踏まえた地域産業政策は、出発点が現状復旧である点において他の産業政策と異なるが、基本的には地域が有する潜在力や特色を活かす点で平常時の政策方針と同じである。しかし、被災自治体は時限的な復興メニューに追われ、政策決定に十分な議論を経ずに計画を実施した結果、地域に基幹産業やイノベーションを創出できない場合がある。神戸市も多産多死の復興事業において同様の事例があった。産業復興政策が成果を上げにくいのはなぜか。その課題は何か。

以上の背景の中で、過去からの産業構造の転換を図り、世界的にも最先端の分野である再生医療を核プロジェクトとした神戸医療産業都市（Kobe Bio Innovation Cluster：以下K-BICと言う）は数少ない産業復興政策の例であり、事業を計画・主導した神戸市のイノベーション創出政策を検証することでK-BICの集積要因を探る。

### 3.2 阪神・淡路大震災以前の神戸経済

神戸経済は1868年に開港した神戸港と共に発展してきた。開港に伴い、当時の神戸村の郊外に「外国人居留地」が建設され、その後の神戸経済発展の原点となった。彼らは貿易業を営み海外との交易を進めた。1881年には川崎兵庫造船所が開設され、造船業など港湾を活用する重工業の基礎が形成された。神戸港は1887年頃には、輸入で全国貿易額の約1/3、輸出で約1/4の比率を占めるようになった。輸入品目は主に石炭、石油、輸出では茶、マッチ、絹織物、陶磁器などが扱われた。このうちマッチは、当時の神戸の代表的産業の

一つとなった。大正3年（1914年）に第2次世界大戦が始まると、神戸港を通じて大戦景気が波及し、海運業、造船、機械、化学工業などが飛躍的に発展した。また、神戸港の荷役取扱高も急増し、輸入額で全国の約1/2、輸出額で約1/3を占めるようになった。

第2次世界大戦下では、神戸の産業は重工業の比重をさらに高め、1942年には市内工業生産額のうち造船、鉄鋼、車両、航空機などの金属、機械器具製造業で約7割を占めた。しかし、その後の空襲によって生産設備の多くが破壊され、1945年の工業生産額が戦前の約1/6にまで減少したほか、貿易額は輸出で約6%、輸入で約30%、人口は約1/3にまで激減した。

第2次世界大戦後も造船、鉄鋼など重厚長大産業が神戸経済を牽引し、それを支える機械工業や製造業が発展して阪神工業地帯という企業集積を生み出した。戦前は全国最大の貿易額を誇った神戸港は、第2次世界大戦終了後の1948年頃から、インフレ鎮静化や朝鮮戦争の特需により、ゴム製品や鉄鋼・機械などの製造業が成長し、1960年代の高度経済成長期には大きく発展した。1960年代に世界第3位の貿易港であった神戸港を有する神戸市には、戦前より5大都市として貿易や鉱工業など様々な要素からなる都市の経済集積がけん引する自立型経済システムがあった。神戸港による海外との交易は、ケミカルシューズ、洋菓子、アパレル、真珠、酒造などの生活文化産業やファッション産業を発展させた。

しかし、60年代半ばには日本の各地に国際貿易港が建設されたことによる神戸港の利用率の低下や、企業活動拡大に伴う工場用地不足、工場等制限法による立地規制で鉄鋼・造船・機械製造の大企業が市外へ移転したことで、他の主要都市に比較して成長率が低くなり、神戸経済は徐々に地盤沈下が進行した。特に1974年のオイルショック以降は、コスト上昇と需要の後退、アジア諸国の追い上げなどにより、神戸の重厚長大産業が日本全体に占める比率は低下していった。このように神戸港開港以来、重厚長大型産業と共に発展してきた神戸地域は、製造業の国際競争力の低下や円高などの構造的不況を震災前から呈していた<sup>1)</sup>。

工業製品の出荷で規模を拡大してきた神戸港と同様に、神戸経済は重厚長大型産業に依存する地域経済構造からの脱却が必要であった。そこで、神戸市は1970年代には、臨海部や内陸部を大規模に開発し、市街地では中小企業工場の共同化や集団化のために土地利用再編を行うなど、新しい産業立地を造成整備して先端企業の誘致を進め、近代化と経営改善を図る産業政策を実施した。

1985年半ばから円高が進行し、輸出依存型から内需主導型へ事業の再構築を進める市内の大手製造業は、超大量・画一生産から少量多品種生産への生産形態を転換し、高速船や新型新幹線車両、電磁処理銅板など高付加価値製品を生産した。この状況のなか神戸市は、60年代から神戸港の港湾用地の造成をしていたが、70年代には用地が既に不足していた。そこで産業用地の取得が困難な市街地ではなく、総延14.5kmにも及ぶベルトコンベヤーを使って内陸部の山を削り、新たに人工島を埋め立て造成すると同時に、西北部の西区や



北区に新たな産業基盤として造成を行い、産業団地を整備することにより企業誘致と産業集積を図る「山、海へ行く」と呼ばれる開発行政を展開した<sup>2)</sup>。その結果、西神工業団地にはナブテスコや日本イーライリリー、ハイテクパークにはシスメックスなど、成長産業である加工組立型産業が進出し、国際的にも高い競争力を持った中堅企業を輩出した。また、企業進出のインセンティブとして、価格優遇、税制優遇、補助金、特区制度、産業支援などで土地分譲を推進した。表 3.1 は、神戸市が造成した産業団地の概要である。

表 3.1 神戸市が造成した産業団地の概要

名称	面積	用途地域	業種	その他
東部工区地区	26ha	工業専用	製造工場、ふ頭	港湾貨物保管場所
摩耶ふ頭	103ha	工業・準工業	製造工場、ふ頭	食品雑貨
新港突堤	34.5ha	準工業、商業	港湾関連、ふ頭	国際旅客ターミナル
兵庫ふ頭	39ha	準工業	青果物、食品	97 年埋立再開発
新港東ふ頭	96ha	準工業	港湾関連、ふ頭	バス操車場
ポートアイランド 1 期	443ha	準工業	臨港地区	港湾関連、ふ頭
ポートアイランド 2 期	390ha	都市型産業	製造工場、業務施設、研究文化	神戸医療産業都市 (K-BIC) の中核
六甲アイランド	595ha	住居、商業、工業・準工業	製造工場、港湾関連	多機能型複合都市
神戸空港島	272ha	準工業	航空機関連、物流	倉庫
西神インダストリアルパーク	275ha	工業専用	工場用地（食品、機械等）	日本初の職住近接型団地
神戸ハイテクパーク	94ha	工業専用	工場用地	精密機械、電子、新素材
神戸サイエンスパーク	45ha	準工業	研究施設等	R&D 型、先端技術型向け
神戸テクノロジスティックパーク	270ha	工業専用、準工業	製造工場、運輸倉庫、卸売施設	物流・製造向け、広域道路網アクセス
神戸流通センター	113ha	流通業務	物流・倉庫	広域幹線網アクセス

出所：神戸市企業誘致 HP をもとに筆者作成

上記のハード面の整備に加えて、1973 年には、神戸の地域特性や交通・産業基盤を活かして多機能型の産業構造の形成を目指して、全国に先駆けて「ファッション産業都市宣言」を行い、ファッション産業の育成・発展に努めてきた。神戸市が「ファッション産業」と位置づけている分野は、消費者の目に触れやすいアパレル、ケミカルシューズ、真珠、洋菓子、清酒など生活関連産業であり、これらの生活文化産業を育成し集積する政策を展開した。以下に震災前の主な産業と政策との関係を記す。

### (1) アパレル業

戦後から高度成長期にかけてファッションアパレル産業が興り、オリジナルデザイン商品の企画力を強みとして全国市場に向けて展開成長してきた。80年代初頭に神戸市が造成したポートアイランド地区にアパレル関連企業を集積させた「神戸ファッションタウン」が街びらきし、ワールドやジャヴァ、ファミリアなど全国有数のブランド力を持つ企業が移転・操業するなど注目を集めた。また、1981年には地方博覧会の先駆けとなる「ポートピア'81」を開催し、観光・コンベンション都市およびイベント集客事業を展開し成功を収め、ポートピア基金も設立され、国際コンベンション誘致に充てられた。

## **(2) 清酒業**

灘五郷は課税出荷数量で全国の約 3 割を占める最大の生産地であり、「灘の酒」は全国的にも清酒ブランドとして浸透している。神戸市は清酒業を「ファッション産業」の一つに位置付けて産業振興を後押しするために、「灘五郷」と共に展示会やイベントを国内外で実施してきた。

## **(3) ケミカルシューズ**

1910 年に神戸ダンロップ護膜株式会社が設立され、神戸にゴム産業が生まれた。1952 年には塩化ビニール樹脂で造られたケミカルシューズが誕生した。70 年代まで神戸は「履き倒れ」と呼ばれるほどの靴製造の集積地であった。1971 年には、日本の生産量の約 4 割 4000 万足、268 億円を生産して外貨獲得にも貢献した。1970 年後半からはカジュアル靴の時代になり、高付加価値化を進めて内需主導とした。行政も神戸ケミカルシューズ工業組合と連携して展示会への支援等をしてきた。

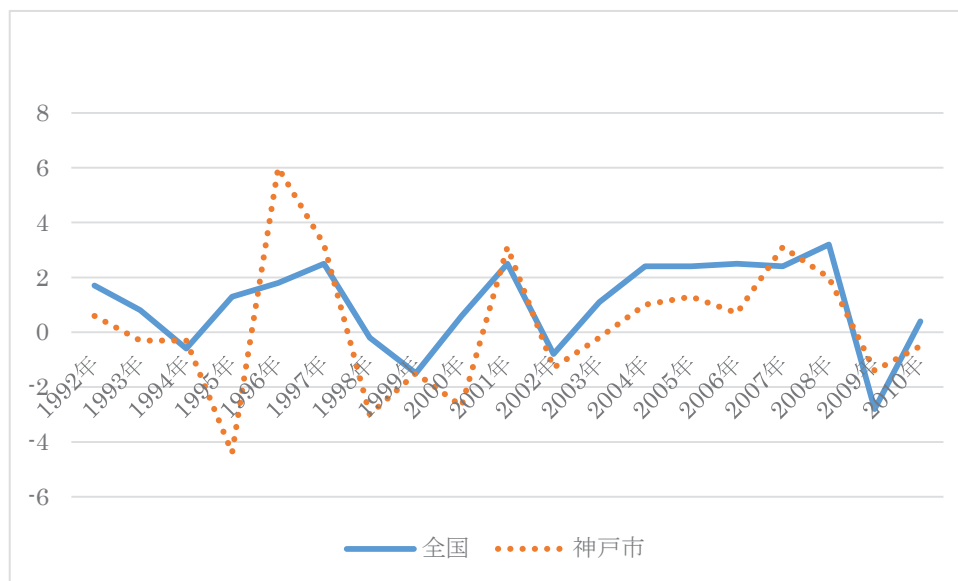
## **(4) 真珠業**

神戸の真珠産業は、国際貿易港の存在と養殖場（三重・四国等）への近接性により発展してきた。国内では神戸の真珠輸出量は全国の約 8 割を占め、世界でも有数の集散地と認知されている。また、日本真珠輸出組合を設立して、不公正な輸出取引の防止、輸出取引の秩序を確立などにより真珠の輸出貿易の健全な発展を図っており、行政も展示会への出展等で連携してきた。

### **3.3 阪神淡路大震災前の神戸市の産業政策の効果**

しかし、これらの取組みにも関わらず、1990 年代の神戸経済は、重厚長大産業の比重が大きいという構造的な要因に加えて、バブル経済の崩壊、アジア諸国の追い上げによるファッション産業の凋落、更には「失われた 10 年」も相まって、恒常的に全国平均を下回る成長率となり、経済的地位も低下していった（図 3.1）。





出所：「新修神戸市史産業経済編Ⅳ総論」（神戸市、2014）

図 3.1 全国と神戸市の実質経済成長率比較

神戸市内の総生産額は、2000 年度で 6 兆円強であり、全国の約 1.19%を占める。全国に占める割合は、震災後より減少し続けている（表 3.2）。

表 3.2 阪神淡路大震災前後の国と神戸市内の（名目）総生産比較

(単位 10 億円/%)								
年度	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
神戸市	6312	6272	5932	6339	6503	6410	6253	6101
国	483607	487891	491640	501038	516729	512153	514418	510687
シェア	1.31%	1.29%	1.21%	1.27%	1.26%	1.25%	1.22%	1.19%

出所：神戸市経済統計（2001）

次に、2000 年度の一人当たりの市民所得を大都市で比較してみると、神戸市は 292.7 万円となっており、北九州市、広島市に次いで 3 番目に低い数値となっている（表 3.3）。市民所得は政令指定都市でも最低レベルであり、企業所得はさらに低く産業政策で抑止することはできなかった。このような状況下で、阪神・淡路大震災は発生した。

表 3.3 主な政令指定都市の市民所得比較（単位千億円）

年 度	1990	1994	1998	2001
神戸市	3,221	2,703	3,153	2,927
札幌市	3,014	3,016	3,055	2,966
横浜市	3,490	3,452	3,590	3,274
名古屋市	4,151	3,900	3,614	3,642
京都市	2,907	2,815	3,021	2,973
大阪市	4,817	3,900	3,583	3,240
広島市	3,068	2,922	3,138	2,905
北九州市	2,963	3,020	3,095	2,833
福岡市	3,180	3,133	3,130	3,102

出所：神戸市統計（2001）より筆者作成

### 3.3.1 阪神・淡路大震災による神戸経済への影響

1995 年 1 月 17 日に発生した阪神・淡路大震災は、死者行方不明者 6,437 人、被害総額 10 兆円という未曾有の大災害をもたらした。神戸市内においても、死者 4,571 人、建物の全壊 67,421 棟 55,145 棟、全焼 6,965 棟、延べ焼失面積 819,108 m<sup>2</sup>など、未曾有の甚大な被害をもたらした。震災による被害額の総計は 9 兆 6 千億円で、内訳は表 3.3 のとおりである。

表 3.3 阪神淡路大震災における被害額の概算

項 目	被害額
建築物等 (住宅、店舗・事務所・工場、機械等)	約 6 兆 3 千億円
交通基盤施設 (道路、港湾、鉄道)	約 2 兆 2 千億円
ライフライン施設 (電気、ガス、水道、下水道、通信・放送等)	約 6 千億円
その他	約 5 千億円
総 計	約 9 兆 6 千億円

出所：国土庁（1996）

また、神戸の経済的損失は、生産活動に直接影響する資本ストックに損害額として 2 兆 4 千億円、経済活動の機会損失などフローが約 2 兆 6 千億円で、合計 5 兆 1400 億円以上と推計されている（出典：阪神・淡路大震災産業復興経済会議）。これは経済白書の名目国内総生産の2%にあたる。阪神・淡路大震災の神戸市内産業被害の概要は表 3.4 の通りである。

表 3.4 阪神・淡路大震災の産業被害の概要

事業者分類	被害の概要
基幹事業所及び製造大手企業	本社等中枢建築物の倒壊、生産ラインの停止
中小企業・地場産業	ケミカルシューズ業者の約 80%が全半壊または全半焼、清酒業者の 50%以上の企業が全半壊
市場・商店街	旧市街地の商店街の約 1/3、市場の 1/2 が甚大な被害
観光・コンベンション施設	宿泊施設、コンベンション施設などで建物損壊などの被害
農漁業施設	漁港、漁船だまり、農地、農業用施設等が多数被害

出所：神戸市（2018）を基に筆者作成

中小企業の被害も大きく、地場産業であるケミカルシューズ関連企業 1,600 社のうち約 80%が全半壊または全半焼し、酒造業も 50%以上が全半壊する壊滅的打撃を受けた。神戸港の貿易額の推移をみると、日本の工業製品の国際競争力の低下に伴い、世界第 3 位から 52 位までに後退した。

震災による企業倒産がもたらした失業は、37.1 万人に及んだ（労働省雇用安定局：緊急雇用保険サービスセンター等における各月失業認定件数の合計）。顕在化した失業は、神戸市東灘区や灘区など、大阪への通勤者が多い東部地域では雇用は維持されたのに対し、中小零細企業が多く立地する兵庫区・長田区都心西部地域は、職住混在型の地域産業コンプレックスを形成しているために、事業所の倒壊・焼失による職場と住居を同時に喪失し、サプライチェーンが切断されたことから失業が発生した。このように、局地的にも失業の様相が異なる特徴があった。

震災による都市における労働市場の再生は、短期的には被災地の仕事の一時的損失に対する就労機会の提供により、中長期的には構造的失業に対応するための高付加価値化や新産業の創造が必要となり、多層・多重型の就労構造の創出が求められた。このように、神戸地域は震災前までの地域経済の構造的な課題に加えて、被災地の産業復旧・復興を速やかに行いながら産業構造の転換も達成するという「二重の課題」に対処する必要があった。これらを踏まえて、被災地の短期中長期の雇用創出政策や市場再生メカニズムの刺激を行う「復興政策パッケージ」が展開された。以下、この詳細を述べる。

### 3.4 神戸市の産業復興政策

神戸市の震災復興政策は、直後の応急対応から数か月内に策定された復興計画に基づく。都市直下型の地震災害は局地的な壊滅的被害を及ぼしたため、産業復旧・復興対策は、経済状況の変化と復興の進展を見比べながら、短期間で機動的な対応を迫られた。1995 年 6 月に策定された「神戸市復興計画」における復興理念は、①地域社会の復興と、②地域経済の復興、の 2 つからなる<sup>3)</sup>。地域経済の復興過程は、被災地域の現状復旧を経て、被災前の状態に戻し、さらに震災前から抱えていた課題の解決を図りながら、新たな展開を目

指す「創造的復興」を基本とし、神戸市の担当者は「施策の道筋が重要」と述べている。産業・経済復興政策も、多重・多層的な経済活動が連関することにより、都市経済活動のダイナミズムを産み出す「道筋」をたどることが中心であり、これが震災復興の基本理念となった<sup>4)</sup>。

### 3.4.1 既存産業の復興

上述の神戸市復興計画は、国主導の復興計画づくりではなく、地域主体で進めるための指針であり、この自立型復興を進める上での課題として、①市民生活の再建、②経済の再生、③安全で安心なすまい・まちづくりを掲げている。そして、市民のすまい再建プラン、「安全で快適な市街地の形成」など 17 のシンボルプロジェクトと約千項目の事業が計上された。まず、既存産業の復興政策の実施状況と成果を述べ、後に新産業への取組み政策を概観する。

#### (1) アパレル業

震災による打撃に加えて激化する海外の廉価製品との競合、国内市場の成熟化、大手製造小売業者のチェーン展開や安定的な取引先である問屋の減少による販路の縮小などの影響を受け、さらに長期的には人口減少によりファッション産業に対する国内需要の停滞が見込まれるなど、市内ファッション産業は全体的に厳しい状況にある。今後業界が構造的な課題を克服し、景気動向に左右されないように、「神戸ブランド」として付加価値を高めるために 2002 年から開催している「神戸コレクション」は今日日本有数のファッションショーに成長した。近年は業界・企業自身が価格決定できる「神戸タータン」「Be Kobe」など、オリジナルのデザインや多用途展開できるコンテンツを官民が連携して開発している。

#### (2) 清酒業

震災により、灘五郷酒造組合加盟の市内企業 31 社のうち 17 社は全半壊の被害を受け、多くの企業が設備等に甚大な被害を受けた。清酒産業の生産量は全国的にも減少し、現在、市内加盟企業数は 15 社(2012 年 4 月現在)、出荷量は震災前の約 5 割にまで減少している。また、酒類全体の消費量が減少している中、酒類に対する消費者ニーズが多様化しており、第二・第三のビールや焼酎の消費量が伸びる一方で、若者の日本酒離れや少子高齢化・人口減少の影響を受けた飲酒人口の減少などにより、清酒の消費量は減少傾向にある。震災以降、経営破綻や工場閉鎖等も起こっており、消費拡大・販路開拓が今後の課題である。神戸酒造組合も「灘の生一本」シリーズを全国販売するなど、ブランド強化に努めている<sup>5)</sup>。

#### (3) ケミカルシューズ

震災により日本ケミカルシューズ工業組合加盟の市内 192 社中 158 社が全半壊(焼)の被害を受けた。生産額では、2009 年に震災前の約 8 割まで回復し、その後、横ばいで推移

し、2008 年、原油・原材料高及び世界的な金融危機、長びく消費不況の影響などにより、落ち込みをみせたが、消費回復を受け、2011 年は微減に留まっている。海外からの廉価製品の流入、安定的な取引先であった問屋の減少傾向などから厳しい環境にあり、製品の高付加価値化を図り、ブランド化による差別化を図りながら価値に見合った条件で取引ができる販路を確保していくことが課題となっている。行政も 2000 年に「くつのまちながた神戸㈱」を設立してシューズプラザビルに神戸シューズのテナントを募集しショーケース化を図ってブランド化を支援した。2009 年には「神戸シューズブランド化事業」を立ち上げ、2017 年に東京銀座に「神戸シューズ」直営店をオープンさせている。

#### (4) 真珠業

2008 年頃から、あこや貝の大量へい死問題やフリーポートとしての香港の台頭により大きく輸出額を減少させたが、近年は白蝶・黒蝶真珠の需要に支えられ、穏やかな改善傾向にあった。しかし、2008 年のリーマンショックや円高の影響により、輸出量は数量、金額ともに大幅に減少した。2011 年以降はあこや真珠のアジア市場における伸びなどもあり、金額面では微増している。国内市場においては、素材面の多様性やデザインへの挑戦により、ジュエリーとして高付加価値化を図り、カジュアルな商品などの提案を行うなど、半製品加工から最終製品製造への構造転換が課題に取り組んでいる。行政ブランド化のための海外展示会への出展を支援している。

### 3.4.2 新産業創出策

次に、イノベーションを創出する神戸市の新産業創出の取組みをテーマとする震災復興政策のシンボルプロジェクトを概説する。産業復興関連のプロジェクトは、①「神戸起業ゾーン整備構想」、②「中国アジア交流ゾーン」、③「21 世紀のアジアのマザーポートづくり」、④「次世代情報通信研究のための基盤整備（神戸マルチメディア文化都市構想：KIMEC)」の 4 項目がある。復興計画に定められた主要プロジェクトの内容は表 3.5 のとおりである。いずれのプロジェクトも一自治体で実施できるものではないため、十分な成果は出たとは言いがたい。

### 3.5 神戸市の産業復興政策の評価

現在、東日本大震災（2011 年、被害総額 15.9 兆円）や熊本地震（2016 年、被害総額 3.7 兆円）、北海道地震（2018 年、被害総額 1800 億円）において、復旧・復興施策が展開されている。これらの地域の先行事例となった神戸市の復興計画から、産業復興事業を概観して評価することにより、地域経済を復興に導く要素は何か、また、被災地で企業のイノベーションを起こす要因は何かを明らかにし、自治体の産業復興策の実効性を検討する。



表 3.5 神戸市の震災復興プロジェクトの概要（新産業創出関係を抜粋）

プロジェクト名	主旨目的	内容	成果	課題
神戸起業ゾーン整備構想	既存産業の復旧・再活性化、新産業の育成	スーパーコンベンションセンターを核とした高度集客施設群の誘致・整備	税制優遇措置の要求に対し、政府は一国一制度に固執したため、実現せず	以降の震災においても震災復興特例は認められていない
中国・アジア交流ゾーン構想	アジア企業の神戸進出や貿易を促進	中国・アジア交易船の優先バースの整備、アジア系企業やコンベンション誘致	中国の経済成長の度合が予測よりも速く、実現せず	—
上海長江交易促進プロジェクト	上海・長江経済圏と阪神経済圏を結び、日中経済交流を促進	「神戸 FAZ (Foreign Access Zone)」創設、対日ビジネス実務や手続きについての相談・情報提供業務を実施	1997 年江海直航船就航、1999 年神戸港国際流通センターがオープン、中国ビジネスチャンスフェア開催	日中関係の悪化によりプロジェクトは停滞、「新たな中国人街」建設などの計画は実現せず
神戸マルチメディア文化都市構想	災害に強い情報システムの確立	通信ネットワーク神戸市防災情報の整備	光ファイバー網を市街地に敷設するも規制緩和により通信網整備が進み、利用者減	官民共同出資による㈱KIMEC は短命で解散、アミューズメント施設も未実施

出所：神戸市（1995）より抜粋

兵庫県の県民経済計算によると、震災 2 年後の復興需要が落ち着くと、兵庫県の GDP 成長はマイナスに転じており、全国の GDP 成長率との格差が次第に大きくなっている。すなわち、2002~2007 年度の鉄鋼、機械などの重厚長大産業を中心に回復したが、小売・サービス業の回復および、IT 関連産業や研究機関など付加価値型の知的サービス業のシェア拡大は鈍かった。

既存産業の復旧・復興については、施設の提供や金融支援制度など様々な支援策が実施されたが、以下に見るように震災以前の水準を 20 年が経過しても、原状を取り戻せた業種は少なく、殆どが震災前の水準を下回っている「6~7 割復興」と呼ばれている（表 3.6）<sup>6)</sup>。

港の復旧・復興についてみると阪神・淡路大震災後に約 20 年経てようやく神戸港は東京港、横浜港、名古屋港に続く第 4 位（2012 年度）、2016 年度以降は 2 位と推移しており、2017 年度はコンテナ取扱量が過去最大になるなど着実に復興している。

表 3.6 阪神・淡路大震災前（1994 年）に対する神戸経済活動

業 種	指数比較*	備 考
製造業（兵庫県鉱工業生産指数）	103.7%	兵庫県県民政策部調べ
ケミカルシューズ生産額	60.5%	日本ケミカルシューズ工業組合調べ
清酒酒造市内出荷量	38.8%	灘五郷酒造組合調べ
百貨店販売額	66.7%	神戸市調べ
市場・商店街年間販売額	69.1%	神戸市調べ
観光客数	212.9%	神戸市調べ

注：\*1994 年度を 100 とする 2013 年度との水準比較、

出典：神戸市（2015）を参考に著者作成

それではなぜ神戸市の産業復興政策はうまくいかなかったのか、検討してみよう。まず、最初に次の点が挙げられる。神戸市の産業復興政策は、政策としては先験的であったが、国の規制緩和が無く多くが実現に至らずまたは未実施となったことである。企業集積を目的とするエンタープライズゾーンは、「企業立地を促進するため、税の減免や規制緩和などの投資促進や輸入促進を図る各種優遇措置を備えた地域を設定すると共に、経済に関する各種規制の緩和を求めていく」として兵庫県と神戸市は国に訴えかけた。新たな画期的な制度枠組みの提案ではあったが、当時の政府は一国一制度に固執したため、被災地だけの優遇制度の実現には至らなかった。その理由について加藤（2000）は、「エンタープライズゾーンの視点は、（中略）高度工業化あるいは情報経済化への移行に対応できず」と述べ、伝統的な産業立地策が限界を露呈したとしている。必要なのは産業クラスター政策であり、かつそれをマネジメントできる中間組織の存在とも述べている。

次に、産業復興策のミスマッチングが挙げられる。このミスマッチングの原因は、産業政策担当者の科学的分析に基づかない政策立案と、被災地のヒトモノカネに関する情報のポテンシャルと実行可能性を十分検証しないままの立案であることによる。例えば、高度集客施設であるスーパーコンベンションセンターの建設は、財政難の理由により 2020 年以降に延期されるなど、構想の多くが構想段階で延期または廃案された。これは、設備や設置費用負担はあっても運営費負担は計上されないなど、日本の補助金または助成金制度の根本的問題に起因している<sup>7)</sup>。

また山本（2008）は、壊滅的な打撃を受けた神戸のケミカルシューズ産業を例に、「大都市における中小零細企業の産業集積地域における「地域優位性」は、従来の生産活動における経済的要件はもちろん、信頼を中心として、それを取りまく歴史、文化、風土などの地域特性に根差した社会文化的資源を要件として形成されている」として、産業集積に社会資本の必要性を述べている。

地域における新産業創生の取組みについては、全国の多くの地域で計画・実施されてきた。研究機関や核となる大企業の誘致による関連企業の集積を図るために、土地や税制優

遇、インフラ整備と運営費や研究補助金による支援などが行われてきた。神戸市の震災復興計画の多くは、前節で見たように、震災前に策定していたマスタープランを震災後随時修正した計画が多く見受けられるため、震災による状況の変化を十分考慮されているとはいえない。被災地の産業復興政策の共通点は、既存産業の復興だけに止まらず、新産業の創出や既存産業の高度化・高付加価値化の取組みを含むことが重要である<sup>8)</sup>。

しかし、地域主導の提案は実現しなかったものの、地域のイニシアチブによる地域産業政策を自らが提案したことは、その後の震災地域の提案型復興計画のモデルとなったことは評価に値するといえよう。

### 3.6 神戸医療産業都市（K-BIC）のクラスター

本節では、復興産業政策の中心であり、地域の産業構造の転換を図るものとして、世界的にも最先端の分野である再生医療を中核プロジェクトとした K-BIC（神戸医療産業都市）を取り上げ、産業の集積とイノベーションとの関係を探る。

#### 3.6.1 再生医療の産業化

京都大学の山中伸弥教授が、2012 年にヒト iPS 細胞の樹立成功によるノーベル生理学・医学賞を受賞したのを機に、日本の再生医療分野は急速に変化している。2013 年には再生医療推進法、再生医療安全性確保法などの法整備が進んだ<sup>9)</sup>。

2014 年には、神戸医療産業都市内にある理化学研究所発生再生科学総合研究センター（現在、多細胞形成研究センター）において、高橋政代博士グループが世界初の iPS 細胞を用いた臨床研究が開始されたことが国内外で注目されるなど、2014 年は我が国の「再生医療元年」と呼ばれている。

再生医療は、疾患のあるヒトの組織や細胞を自分自身の幹細胞を用いて再生させる治療法であり、従来の臓器移植と異なり患者の身体への負担が少なく、また、ドナー（臓器提供者）不足に左右されない治療を行うことができる利点がある。再生医療技術は、どんな細胞にも分化できる万能細胞から、神経や筋肉などを自由に造り出すことを可能とする<sup>10)</sup>。再生医療の市場規模は 2050 年には、50 兆円に拡大すると予測されている。しかも、2012 年現在の日本市場が世界市場に占める割合が 7%、2050 年には 8.6%と推移することが予測されており、再生医療産業は、医療分野におけるイノベーションを生み出す有望な技術シーズであるため、日本経済成長の大きな推進力になることが期待されている。日本の再生医療をリードしている京都大学 iPS 細胞研究所（CiRA）は、2030 年までの目標を表 3.7 のようにおいている（「CiRA の新しい目標 —2030 年に向かって」）。

表 3.7 2010 年～2020 年までの iPS 細胞の研究開発目標と現状

目標	現状
医基盤技術を確立し、知的財産と確保」 再生医療用 iPS 細胞ストックを構築  再生医療の臨床研究を開始  iPS 細胞を使い治療薬を開発	根幹技術の特許が国内外で成立 医療用細胞の分配を近く開始 パーキンソン病治療、輸血用血小板の臨床研究に目途 軟骨無形成症で、既存薬から治療候補を発見、臨床研究の準備中

出所：内閣府ホームページ

京都大学 iPS 細胞研究所が目指す再生医療の 2030 年までの目標は以下のように示されている（出所：京都大学 iPS 細胞研究所 HP）。

- ・ iPS 細胞ストックを柱とした再生医療の普及
- ・ iPS 細胞による個別化医薬の実現と難病の創薬
- ・ iPS 細胞を利用した新たな生命科学と医療の開拓
- ・ 日本最高レベルの研究支援体制と研究環境の整備

再生医療分野は、世界的に大きく期待されている分野であり、先進諸国でし烈な競争が始まっているが、発生再生メカニズムを解明する基礎研究は未だ途上にあり、臨床研究への橋渡しの問題、万能細胞の樹立や幹細胞を摘出する技術的課題に加えて、生命倫理の問題や社会制度としての再生医療体制の確立が必要とされており、世界的に取り組むべき課題が山積している。

わが国の再生医療研究は世界的に見ても進んでいるが、産業としての再生医療では、世界をリードしているとは言い難い。即ち、各国における再生医療製品の上市製品数および治験中の製品数を比較すると、欧州では 42 品目中 20 品目、米国では 88 品目中 9 品目、韓国では 31 品目中 14 品目が治験中であるのに対し、日本では 4 品目中僅か 2 品目に過ぎず、世界の再生医療産業先進国から大きな遅れを取っている。再生医療イノベーションフォーラムの報告によれば、再生医療産業化の壁として、規制、品質、コスト、スピードの改善が必要としている。

この再生医療を国内に先駆けて、地域産業政策かつ震災復興のための新産業創造策として取組んだのが神戸市である。

### 3.6.2 K-BIC クラスター形成の経緯

K-BIC は、人工島ポートアイランド 2 期を中心に、「先端医療技術の研究拠点を整備し、産学官の連携により、21 世紀の成長産業である医療関連産業の集積を図る」ことにより、雇用の確保と神戸経済の活性化、市民の健康・福祉の向上、国際社会への貢献を目標とし

ている。震災復興事業として 1998 年から始まったこの取り組みは、国の「都市再生プロジェクト」などにも位置づけられ、「日本初のライフサイエンス（健康科学）のクラスター」をめざした国家的なプロジェクトとして進められている。

K-BIC は、阪神・淡路大震災からの産業復興のための地域産業政策として提唱され、その原点は医療産業都市の基本的枠組みを検討した「神戸医療産業都市構想懇談会（1998 年）」にある。

神戸経済の変遷で見たように、従来型の重厚長大産業は、1970 年代からアジア諸国の追い上げにより、神戸経済の相対的な地位は低下していた。震災からの産業復興政策は、震災前の状態に産業を復旧しても発展は望めないため、新産業の育成による「創造的復興」が必須であった。

21 世紀の成長産業としての医療・福祉分野は、先行して取組んでいる国内の地域も多く、隣接する大阪周辺では、道修町を発祥として既に製薬業の集積や大阪大学、国立循環器病センターなどがある。一方、再生医療は、京都大学を中心とする京都地域がリードしている。これに対して神戸市域は、医療関連産業の集積はなくゼロからのスタートであるため、神戸医療産業都市は他の地域と競合するのではなく、独創性ある産業分野で先行して経済構造の転換を図り、かつライフサイエンス分野で優位性を持つオール関西での協調発展を狙いとした。K-BIC の形成の経緯は次以下のとおりである。

1998 年 10 月	神戸医療産業都市構想懇談会設置
1999 年 8 月	神戸医療産業都市構想研究会設立（会員企業等 260 社）
1999 年 12 月	「先端医療センター」「発生・再生科学総合研究センター」の予算化
2000 年 2 月	「新産業構造形成プロジェクト関連の復興特定事業」に選定
2001 年 8 月	「都市再生プロジェクト（第二次決定）」に選定
2003 年 4 月	「先端医療産業特区」に認定（H14.7「神戸経済特区研究会提言書」）
2005 年 8 月	「神戸健康を楽しむまちづくり懇話会」提言
2007 年 3 月	「神戸健康科学（ライフサイエンス）振興ビジョン」提言
〃	理化学研究所「次世代スーパーコンピュータ」の神戸立地が決定
2008 年 11 月	先端医療開発特区に、先端医療振興財団の提案 2 件が採択
2011 年 12 月	「関西イノベーション国際戦略総合特区」の指定
2012 年 9 月	スーパーコンピュータ「京」の本格共用開始
2013 年 9 月	世界初の iPS 臨床研究実施（滲出型加齢黄斑変性）
2014 年 3 月	ポスト「京」コンピュータの神戸立地が決定
2014 年 5 月	関西圏国家戦略特区の認定
2015 年 4 月	理化学研究所融合連携イノベーション推進棟開所
2016 年 5 月	兵庫県立こども病院移転・開設



2017 年 12 月 「国家戦略特区」の指定を受ける。神戸アイセンター開設  
2018 年 4 月 公益財団法人 医療産業都市推進機構が開所（旧先端医療振興財団）  
2018 年 12 月 本庶佑神戸医療産業都市推進機構理事長ノーベル医学生理学賞受賞

K-BIC は主な研究分野として、「医薬品等の臨床研究支援（治験）」「医療機器の研究開発」「再生医療等の臨床応用」を掲げており、再生医療をメインテーマに据えて医療イノベーション創出を目的とする産業クラスターである。イノベーション創出の支援策や企業誘致策の特徴は、大学が中心ではないオフキャンパス型の先端研究施設の立地を中心とした産業クラスターの形成を目指し、中核となるアンカー団体として理化学研究所の最先端の 3 つの研究部門を誘致したことにある。また、基礎研究から応用研究への橋渡し支援による出口を見据えた戦略を自治体主導で展開してきた点において、他の国内の研究学園都市とは異なる。

K-BIC の中核施設として、「理化学研究所多細胞システム形成研究センター（2018 年 4 月より生命機能科学研究センター）」、「神戸臨床研究情報センター」、「先端医療センター（2018 年 4 月より医療産業都市推進機構）」を中心に、32 施設・大学等が稼動している（2018 年 8 月末現在）。これらの施設を中心に医療機器、医薬品、再生医療などの医療関連企業が集積しており、アジア最大の医療クラスターの一つと成長している。

クラスター形成にあたっては、投資として 15 年間に国費 3,000 億円、市費 450 億円、民間 100 億円を投入してきた。

表 3.8 は、K-BIC の経済効果予測について神戸市が調査委託した予測結果と実際の数値を比較したものである。クラスター形成計画における目標数値と達成状況が近似していることが判る。企業数や雇用者数は実数発表であるが、神戸市内への直接・間接効果および税収効果は、市が調査委託した結果の推測値のみである。K-BIC のクラスター形成状況と目標数値とを比較すると、おおよそ計画通りに推移している。

表 3.8 K-BIC における企業集積目標数値と達成状況

年 度	2005	2010	2011	2015	2018
企業数	85 (75)	203 (192)	233 (224)	316 (300)	348 (344)
雇用者数	1,757 (1203)	4,351 (4095)	5,409 (4683)	7,100(5,708)	9,400 (-)
経済効果(億円)	409 (214.48)	1,042 (488.4)	1,251 (—)	1,532(—)	未測定
市税収入(億円)	13 (6.85)	35 (16.37)	45 (—)	53 (50.7)	未測定

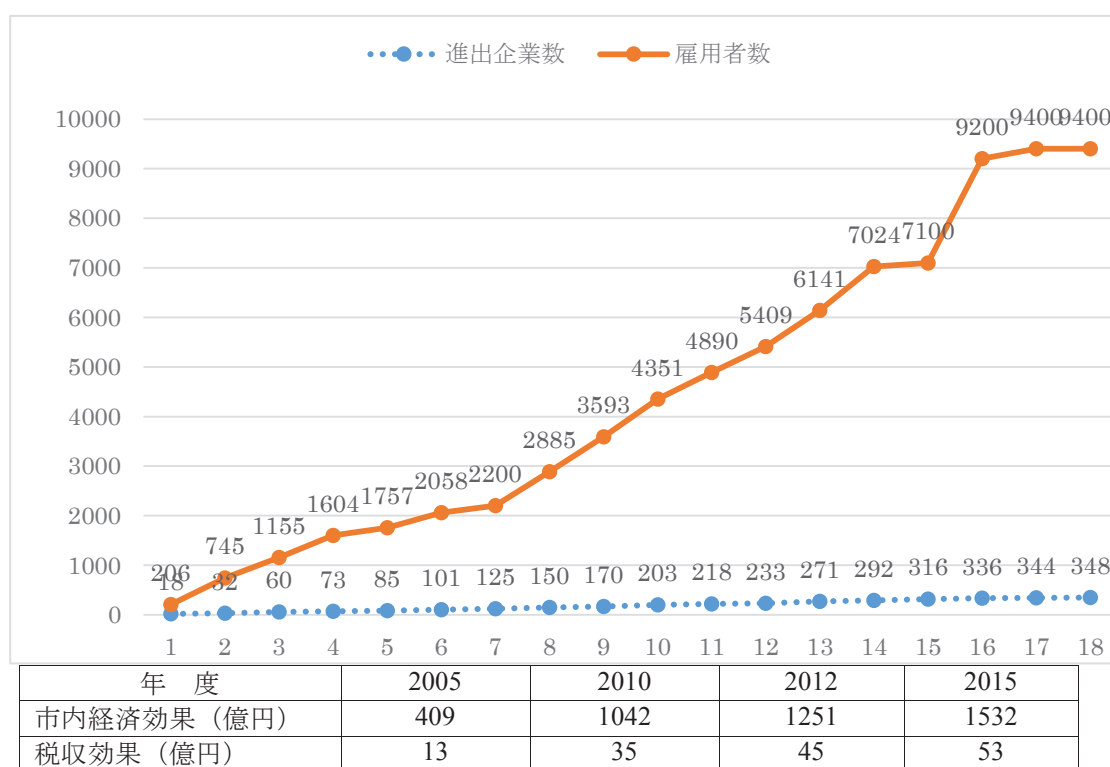
注 1：作成企業数と雇用者数は 2015 年 7 月末現在。

注 2：（ ）内は神戸市推定値。未設定の年もある。

出所：神戸医療産業都市推進協議会（2016 年）

特にポートアイランド内では、新規雇用が 1,203 人、直接・間接の経済効果は 214 億円、  
 税収効果は 6.8 億円～6.9 億円と推計されている（出典：野村総合研究所の試算による）。

2019 年 1 月末現在で、企業数は 350 社、雇用者数も 9,400 人を超えている（図 3.2）。



出所：神戸市「神戸医療産業都市パンフレット」などを参考に著者作成

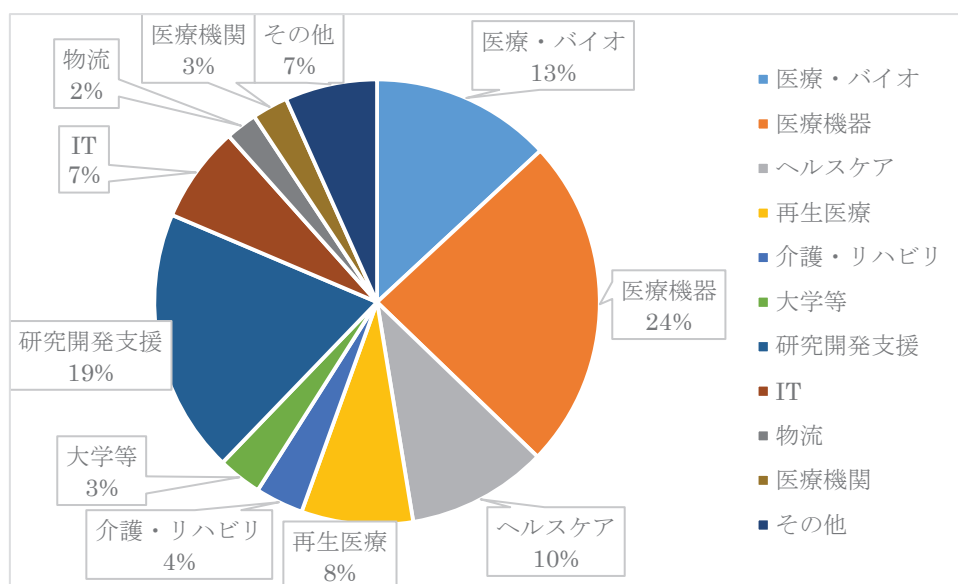
図 3.2 神戸医療産業都市への企業進出と雇用者の変遷

進出企業 350 社の内訳を見ると図 3.3 のとおりである。医療機器や研究開発支援のビジネスの割合が高い。一方で、再生医療や研究開発支援の割合も多く、K-BIC がビジネスクラ

スターとして発展していることが伺える。

### 3.6.3 K-BIC におけるイノベーション創出

ここでは K-BIC の概念と狙いを概観し、次に K-BIC を構成する 3 つの産業クラスターの狙いと構成団体の内容と機能を見ることにより、どの要素がイノベーション創出に効果があるかを明らかにする。



出所：神戸医療産業都市の HP より筆者作成

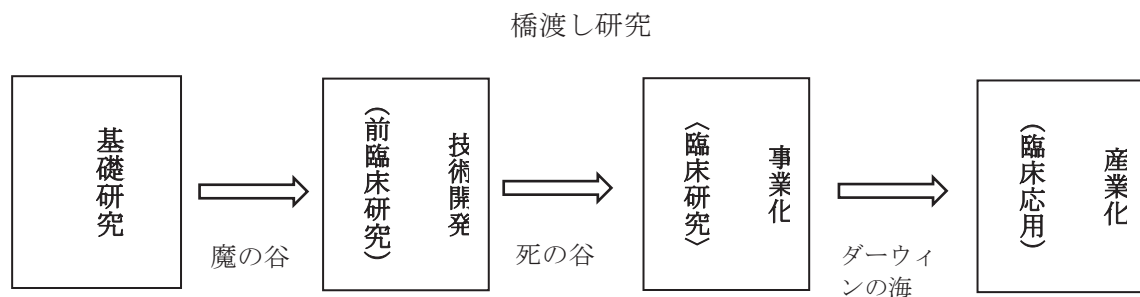
図 3.3 K-BIC への進出企業の分野別内訳

#### 3.6.3.1 K-BIC の狙い：トランスレーショナル・リサーチ（TR）

新たな医療技術や医療機器、創薬の開発に当たっては、基礎研究から臨床研究に至るまでに、動物による前臨床試験や倫理規制の問題をクリアする必要がある。さらに、それらを事業化するためには、臨床試験を経て、薬事法による事業認可など多くの過程を経る必要がある。これらの過程が中小企業やベンチャー企業にとって大きな参入障壁となるため、一部の大手企業のみしか資本コストを回収できない理由となっている。医療産業分野においてイノベーションを創発するには、この分野特有のハードルをクリアする必要がある。わが国は、基礎研究から臨床研究・臨床応用への支援体制が十分でないため、基礎研究の成果を効率的に臨床研究へ移行させるかが課題となっていた。「神戸医療産業都市構想懇談会（1999 年）」では、欧米の医療産業先進国に比べて当時遅れている分野である、基礎研

究から臨床応用の「橋渡し研究 (Translational Research: トランスレーショナル・リサーチ、以下 TR という)」を核とする研究組織を作り、医療機関・大学・企業が集積するクラスターを形成することを提唱した。K-BIC は、研究成果と産業化の橋渡しが着実に行われることを重要視している。

「橋渡し研究」とは、新たな医療技術や医薬品・医療機器の開発にあたり、①基礎研究から臨床研究に至る間に動物で行う前臨床試験や各種規制、倫理問題などの課題解決、②研究を事業化し、治療・予防サービスを患者に提供するための規制や健康保険制度、費用対効果、資金調達などの課題を解決する手法の確立などがある。換言すると、基礎研究から臨床研究へのプロセスを総合的に進め、迅速に実用化するための戦略 (Integrative Celerity Research: ICR) である (図 3.4)。この目的実現のため、神戸市は、公益財団法人「先端医療振興財団」(2018 年 4 月より公益財団法人 医療産業都市推進機構 (Foundation for Biomedical Research and Innovation: 以下 FBRI という)) を中核機関として設置した。文部科学省は、「橋渡し研究支援プログラム」により、大学等に存在する医薬理工学等のシーズを臨床へ橋渡しする研究を支援する事業を展開しており、東大、京大、阪大と共に唯一 FBRI も支援拠点として認定されている。このように K-BIC は研究を進めるにあたり、特定の研究分野や大学に限定されない「オフキャンパス型」を採り、大学や大学関連の研究機関を中心とするクラスターとは異なる。この点で、「大学城下町」にならなかったが、クラスターの強みを出すには明確なポリシー (神戸の場合 TR) の確立が必要であった。



出所：著者

図 3.4 橋渡し研究 (Translational Research) の概念

K-BIC に集積する主要機関とその機能を表 3.9 に、また図 3.5 には、これらの施設の相関関係を示す。「K-BIC には 11 の最先端の研究機関」、7 つの「高度専門病院」、4 つの「再生医療」関連施設のほか「医療関連企業」が集積しているのが特徴である。

### 3.6.3.2 医療産業都市推進機構（FBRI）

FBRI は、K-BIC の中核的支援機関として、地元自治体および医療関連企業 36 社が出捐して 2000 年に設立された。FBRI は、中核研究機関である理研の BDR と連携して「医療機器の開発」、「医薬品等の開発」、「再生医療等の臨床応用」の 3 分野において、研究開発の推進、臨床研究支援、実用化支援研究を行っている。そのミッションは、産官学医の連携・融合を促進する総合調整機能を担うとともに、先端医療の実現に資する研究開発および臨床応用の支援、次世代の医療システムの構築を通じて、革新的医療技術の創出と医療関連産業の集積形成に寄与することにある<sup>11)</sup>。なお、理事長は 2018 年度にノーベル医学生理学賞を受賞した本庶佑氏である。

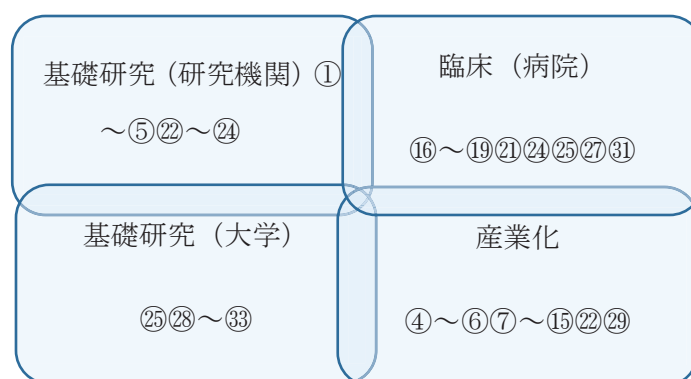
表 3.9 K-BIC の主要施設と機能

施設名称	研究支援	創薬支援	再生医療	ラポ レンタル	医療機器開発	貸会議室	病院・大学
①理化学研究所 生命機能科学研究センター（BDR）	○		○				
②理化学研究所 計算科学研究センター（R-CCS）	○	○					
③理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター（CLST）	○						
④神戸医療産業都市推進機構(FBRI)/	○	○	○	○	○		
⑤医療イノベーション推進センター（TRI）/神戸医療産業都市推進機構	○	○	○	○		○	
⑥国際医療開発センター(IMDA)/神戸医療産業都市推進機構		○		○	○		
⑦神戸ハイブリッドビジネスセンター(KHBC)				○			
⑧神戸バイオメディカル創造センター(BMA)				○			
⑨神戸大学インキュベーションセンター・BTセンター				○			
⑩神戸医療機器開発センター(MEDDEC)				○	○		
⑪神戸健康産業開発センター(HI-DEC)				○			
⑫神戸キメックセンタービル(KIMEC)				○			
⑬神戸国際ビジネスセンター(KIBC)				○			
⑭神戸インキュベーションオフィス(KIO)				○			
⑮市民病院前ビル				○			
⑯神戸市立医療センター中央市民病院							○
⑰神戸低侵襲がん医療センター							○
⑱西記念ホートアイランドリハビリテーション病院							○
⑲チャイルド・ケモ・ハウス							○
⑳伊藤忠メディカルプラザ(IMP)				○	○		
㉑兵庫県立こども病院							○
㉒理化学研究所 融合連携イノベーション推進棟（IIB）	○	○				○	
㉓計算科学振興財団（FOCUS）	○			○			
㉔神戸アイセンター	○		○				○
㉕神戸大学医学部附属国際がん医療・研究センター	○						○



②⑥神戸医療イノベーションセンター（KCMI）				○			
②⑦兵庫県立粒子線医療センター附属神戸陽子線センター							○
②⑧神戸大学先端融合研究環 統合研究拠点 計算科学教育センター	○					○	○
②⑨神戸大学先端融合研究環 統合研究拠点アネックス棟	○	○					○
③⑩甲南大学 ポートアイランドキャンパス	○						○
③⑪兵庫県立大学大学院							○
③⑫神戸学院大学							○
③⑬兵庫医療大学							○
③⑭高度情報科学技術研究機構（RIST）	○						
施設数 総計	11	6	4	15	4	3	大7 病7

出所：K-BIC の HP を基に筆者作成



出所：K-BIC のパンフレット（神戸市、2018）より筆者作成

図 3.5 K-BIC を構成する関連施設の相関関係図

FBRI は、K-BIC の 3 つのクラスターのうち、メディカルクラスターとバイオクラスターの中核支援機関の役割を持つ。FBRI の機能は、大別すると、研究支援、実用化支援、連携事業化支援であり、以下の事業を行う。

- ① 神戸医療産業都市の推進に係る企画立案、人材育成、学術集会、情報発信、産学官医の連携融合の促進と国際交流
- ② 再生・細胞治療の研究開発
- ③ 医療機器の研究開発
- ④ 医薬品の研究開発
- ⑤ 先制医療実現のための研究開発
- ⑥ 研究開発・臨床応用に対する総合的支援
- ⑦ 新事業創出促進及び既存産業の高度化のための各種支援

- ⑧ 市民への健康支援
- ⑨ 神戸医療産業都市の推進に係る施設の管理・運営
- ⑩ その他神戸医療産業都市の推進のために必要な事業

上記のミッションと事業を実施するために、FBRI には以下の 4 つのセンターがある（表 3.10）<sup>12)</sup>。

表 3.10 医療産業都市推進機構（FBRI）の構成機関と事業内容

組織名	事業内容
先端医療センター	新たな医療シーズ創出のため「免疫医療研究」、「老化研究」、「再生医療研究」の R&D に取り組む
医療イノベーション推進センター	国内外の新たなシーズで新規性の高い医薬品、再生医療製品、医療機器の承認を目指してトランスレーショナルリサーチ（TR）を進め早期実現を支援
細胞療法研究開発センター	治療用幹細胞の研究や治療用細胞の製造などの細胞療法にかかる衣料シーズの開発支援と、次世代細胞培養システム構築など再生医療の世界標準化を支援
クラスター推進センター	K-BIC を構成する企業、研究機関、大学、医療機関との連携・融合を促進し、集積による相乗効果を生み出すための一貫した支援体制を構築

出所：FBRI の HP より筆者作成、

次に、イノベーションと関連が高いクラスター推進センターの具体的なサービスを表 3.11 に示す。クラスター推進センターは、研究開発や補助金から事業経営相談、知財戦略など専門家によるきめ細かなサポートを実施している。他都市の公的産業支援機関の支援員は公務員が主導するのに対し、クラスター推進センターは、医療・制約業界で永年の経験を持つ専門家をスカウトまたは公募する点で、支援プロジェクトの実効性を担保しているのが特徴である。

表 3.11 クラスター推進センターの主なサポートサービス

サービス	内 容
補助金・助成金案内	神戸医療産業都市研究開発助成金や同クラスター活動助成など公募情報の提供
医療機器等事業化支援プラットフォーム	医療機器の製品化のためのマッチング、医工連携、事業性評価、事業化戦略立案などのワンストップ支援
医療機器サポートプラザ	主に医療機器開発に携わる市内中小企業や、神戸進出を検討している市外企業に対する相談業務
PMDA 戦略相談連携センター	国の専門機関である PMDA（独立行政法人医薬品医療機器総合機構）によるレギュラトリーサイエンス（RS）の総合相談
インシリコ創薬拠点推進グループ	スーパーコンピュータ「京」や「FOCUS」を用いた計算機シミュレーションによる新薬開発を実現するインシリコ創薬を開発
ヘルスケアサービス支援事業	休養・栄養・運動など「ヘルスケア開発市民サポーター制度」を設け、産学民協働によるヘルスケアサービス開発・事業化を支援

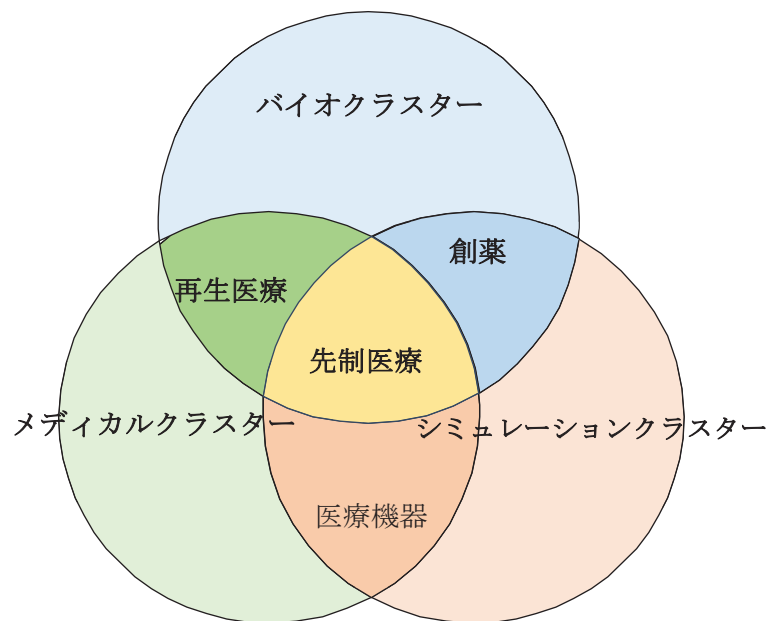
出所：FBRI の HP やパンフレットを基に筆者作成

### 3.6.4 クラスターの重層化戦略

K-BIC を一層発展させるために、バイオ、メディカル、シミュレーションの 3 分野の集積により、研究開発から治療までを一貫して進める重層化クラスタリングが進められ、以下の振興ビジョンが示された<sup>13)</sup>。すなわち、イノベーション能力の強化のために、①研究領域のさらなる進化による 3 つのクラスター領域の融合、②市民や企業との接点を増すことによるクラスター機能充実、③産業領域と展開エリアの拡大による経済活性化である。そこで K-BIC の特徴である臨床機能をより一層強化するために、神戸市立中央市民病院の周辺に移植再生医療に特化した高度専門病院群を集積させ、優秀な臨床医を集め、高度医療サービスを提供している。

K-BIC のクラスター形成戦略は、TR の一層の強化により事業のコアコンピテンスを推進することにある。そのために TR のシーズとなる基礎研究機能と臨床研究を強化し、「研究→治験→製造→医療サービス」を効率的に進め、各クラスターに中核支援機関を設置して、その成長を下支えするコーディネーターおよびインキュベータ機能を果たすようにしている。新しい医薬品や医療機器の治験ができる環境を整備する「メディカルイノベーションクラスター」は、それを具体化する 3 つの個別クラスター群からなる（図 3.6）。

各クラスターを構成する組織群を表 3.12～3.15 に、各クラスターの組織群と中核研究機関と中核支援機関との関係と、取り組む分野を図 3.6～3.9 に記す。バイオクラスターは、iPS 細胞等による再生医療の実用化や超高齢化社会に対応する先制医療、メディカルクラスターは高度専門医療機関の集積、医療機器の事業化促進、シミュレーションクラスターは、スーパーコンピュータ「京」を用いた創薬や医療機器の開発、などを支援項目としている。これら異なる 3 分野のクラスターを掛け合わせることで有機的なエコシステムとして機能し、より高度なイノベーションを創出するシナジー効果を狙っている。



出所：K-BIC のパンフレット（2018 年、神戸市）より筆者作成

図 3.6 K-BIC クラスターの構成

#### 3.6.4.1 バイオクラスター

発生・再生医療分野における研究開発・橋渡し研究機能を有する研究所・企業群は以下のとおりである（表 3.12）。

#### 3.6.4.2 メディカルクラスター（高度専門病院群）

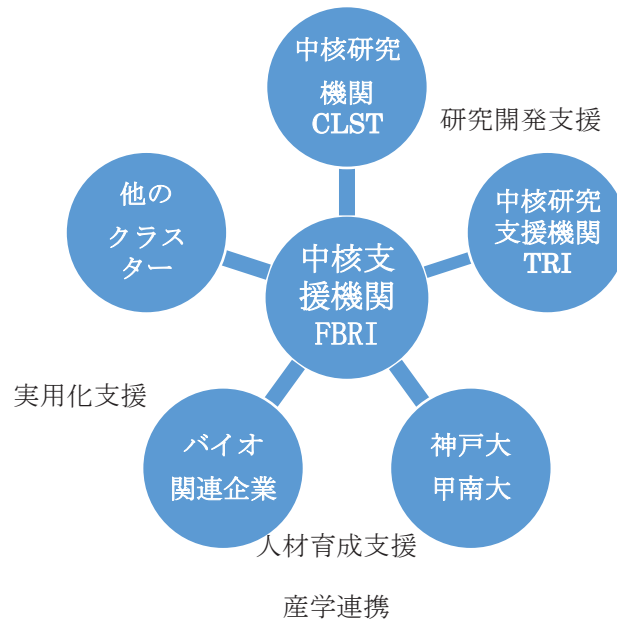
「神戸健康科学（ライフサイエンス）振興ビジョン（2006 年）は、臨床研究機能をより一層強化するために、がんや移植再生医療に特化した高度専門病院群の集積による「メディカルクラスター」の形成を目指している（表 3.13）。すなわち、高度専門病院群はがんや再生医療など、特定分野の専門病院の集積により相乗効果が期待される。また、研究過程から産み出される新たな医療・医薬・医療機器を標準診療基盤として確立して、イノベーションの創出を目指している。同ビジョンは目指すゴールを、①高度医療の標準化医療への加速と市民への提供、②必ずしも保険診療とはならない多様な患者のニーズに応える先進的・選択的医療の提供、の 2 つを掲げるなど、患者本位の視点で政策を立案し実現するためにクラスタリングを推進している。

表 3.12 バイオクラスターを構成する団体

名称と開設時期	事業内容	運営主体
先端医療センター (2003 年)	再生医療研究開発、映像医療研究開発、医薬品開発・支援分野での基礎から臨床への橋渡し機能を有する。60 臨床棟	医療産業都市推進機構 (2018 年改編)
発生・再生科学総合研究センター (2002 年)	発生・再生システムの解明、細胞治療・組織再生等の再生医療を促進するための基礎的・モデル的研究を推進	理化学研究所生命機能科学研究センター (BDR、2018 年改編)
神戸臨床研究センター (2003 年)	基礎研究から臨床応用の橋渡し研究を推進するための情報拠点	医療イノベーション推進センター (2018 年改編)
神戸バイオメディカル創造センター (2004 年)	細胞培養センター等バイオに特化したレンタルラボ	神戸都市振興サービス(株)
神戸バイオテクノロジー研究・人材育成センター (2005 年)	バイオテクノロジー分野における先端・融合領域研究や人材育成を実施する神戸大学の施設	神戸都市振興サービス(株)
神戸医療機器開発センター (2007 年)	中型実験動物を用いたカテーテル等のトレーニング、研究開発支援、内視鏡や腹腔鏡を用いた低侵襲治療の普及促進など、医療機器分野での新事業創出を促進するためのレンタルラボとオフィスを提供	医療産業都市推進機構 (2018 年改編)
神戸健康産業開発センター (2007 年)	健康関連産業、診断・予防機器分野における事業化支援するレンタルラボ・オフィスを提供	中小企業基盤整備機構
ライフサイエンス技術基盤研究センター (2007 年) CLST	画像イメージング技術による体内の生体分子の動きを画像として捉える研究を推進。理化学研究所の創薬候補物探索拠点	理化学研究所生命機能科学研究センター (2018 年改編)
神戸ハイブリッドビジネスセンター (2011 年)	医療産業関連の研究開発拠点となるレンタルラボ、交流施設や事業所内託児所を提供	神戸都市振興サービス(株)
国際医療機器開発センター (2011 年)	医工連携による先端医療機器の臨床・開発拠点施設。新薬を審査する独立行政法人医薬品医療機器総合機構(PMDA)の出張相談拠点「薬事戦略相談連携センター」を併設	神戸都市振興サービス(株)

出所：K-BIC のパンフレット (2018 年、神戸市) より筆者作成





出所：医療産業都市推進機構の HP を基に筆者作成

図 3.7 バイオクラスターの構成組織

表 3.13 メディカルクラスターが目指す高度医療から標準化医療への移行概念

医療の種別	高度医療	⇒	標準化医療
診療の形態	自由診療		一般保健診療
診療を受ける病院	高度専門病院		一般病院
研究の段階	先端的臨床研究		応用研究、実用化研究、上市
保険適用の有無	保険適用外診療 ⇒		保険適用診療

出所：神戸市医療産業都市パンフレットを参考に著者加筆

新たな医療技術を安全かつ迅速に実用化して患者に提供するために臨床機能の役割は重要であり、がんや移植再生医療などは全てを一病院で対応するのは困難であるため、専門医療機関の連携により対応している。また、新たな医療技術や医療機器の開発も期待される。高度医療サービスを提供する基盤として、神戸市立中央市民病院の老朽化による移転を契機に高度医療専門病院群の集積を進めている（表 3.14）。

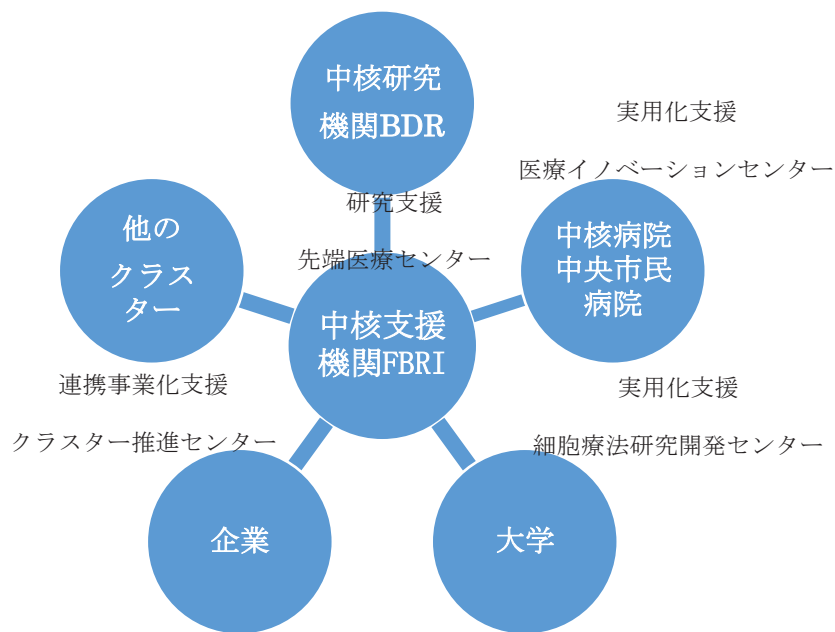
表 3.14 K-BIC におけるメディカルクラスターの概要

名称と開設時期	事業内容	運営主体
神戸市立医療センター中央市民病院 (2011 年)	救急医療・高度医療・急性期医療を担う拠点病院 (700 床)	地方独立行政法人神戸市民病院機構
神戸低侵襲がん医療センター (2013 年)	放射線治療や化学療法など低侵襲のがん治療に特化した高度専門医療機関 (80 床)	神戸がん医療推進合同会社
チャイルド・ケモ・ハウス (2013 年)	小児がんの患児とその家族を対象とした、診療所併設の滞在型施設 (19 室)	公益財団法人チャイルド・ケモ・サポート基金
西記念ホートアイランド・リハビリテーション病院 (2013 年)	急性期を脱した早期回復リハビリテーションを提供する高度専門医療機関 (136 床)	医療法人康雄会
神戸国際フロンティアメディカルセンター (2014 年)	生体肝移植や内視鏡を用いた低侵襲治療に特化した高度医療専門機関 (120 床)	医療法人神戸国際フロンティアメディカルセンター
伊藤忠メディカルプラザ (2014 年)	国内外の医師や医療従事者の教育支援、研修生受入れ、医療通訳育成などの国際人材交流支援、医療機器・医療技術の研究開発・産業化支援を提供	公益財団法人神戸国際医療交流財団
兵庫県立こども病院 (2015 年)	高度専門・特殊医療を提供する兵庫県下で唯一の小児専門病院 (290 床)	兵庫県

出所：K-BIC のパンフレット (2018 年、神戸市) より筆者作成

### 3.6.4.3 シミュレーションクラスター

スーパーコンピュータ (以下、スパコンという) の神戸への誘致は、神戸市を含め、国内 15 都市による誘致活動が展開され、神戸の立地、研究環境、交通アクセス、医療産業都市との連携可能性などを考慮して、2008 年 3 月に最終的に神戸市に立地が決まった。2010 年 7 月、独立行政法人「理化学研究所発生再生総合科学センター」「分子イメージングセンター」に続いて、第 3 番目の神戸進出となる理化学研究所「計算科学研究機構：AICS: Advanced Institute of Computational Science」が設立された。ここに設置されたスパコンが高速コンピュータ「京」(以下、「京」という)である<sup>14)</sup>。



出所：医療産業都市推進機構の HP を基に筆者作成  
各センター機能については、表 3.4 参照

図 3.8 メディカルクラスターを構成する中核支援機関 FBRI と他の組織との相関関係

「京」は学術研究だけでなく、広く産業界の研究開発利用にも門戸を開いている<sup>15)</sup>。「京」の産業利用状況を見ると、2012 年度以降合計 91 社 284 課題が選定されており、うち市内企業は 10 社 51 課題が選定されている。また、課題選定全体に占める産業利用件数は、2012 年度に 25/62 件、2014 年度には 35/69 件と年々増加するなど、産業界のスパコン活用の動きが活発化している。このニーズに応じて、「京」の産業利用枠が当初の 5%から段階的に 2016 年 4 月には 15%へと拡大された。企業は革新的な製品開発において、シミュレーションをイノバティブなツールとして活用している。シミュレーションクラスターを構成する関係機関を図 3.8 に示す。シミュレーションによる企業のイノベーション創出については、第 4 章で詳述する。

シミュレーションクラスターを構成する機関は、R&D、産業利用、人材育成の 3 つの機能を果たしている。各機関が担う機能を以下に記す。

表 3.15 シミュレーションクラスターを構成する計算科学関係機関

名称と開設時期	事業内容	運営主体
計算科学研究機構 (2011 年) AICS	国家機関技術の一つである京速コンピュータ「京」による計算科学の推進	2018 年 4 月より計算科学研究センター (R-CCS)
公益財団法人「計算科学振興財団」 (2011 年) FOUCS	産業利用専用スーパーコンピュータ「FOCUS」による産業利用の促進 (高度計算科学研究支援センター内)	兵庫県・神戸市他
高度情報科学技術 研究機構神戸セン ター (2012 年)	京速コンピュータ「京」の利用支援業務	高度情報科学技術 研究機構 (RIST)
神戸大学統合研究 拠点 (2011 年)	先端研究分野融合研究するための拠点と計算科学教育センターによる人材育成	国立大学法人神戸大学
兵庫県立大学大学 院 (2013 年)	シミュレーション学研究科・応用情報科学研究科	公立大学法人兵庫県立大学
東京大学生産技術 研究所	革新的シミュレーションセンターによる次世代ものづくりの推進	国立大学法人東京大学
海洋開発研究機構	「京」を使った防災・減災研究の推進	独立行政法人海洋開発研究機構
甲南大学先端生命 工学研究所	フロンティアサイエンス学部・研究科を併設	学校法人甲南学園

出所：K-BIC のパンフレット（神戸市、2018 年）より筆者作成

#### ①研究開発支援機能

・独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構 (AICS、2018 年 4 月より R-CCS:Riken Center for Computational Science)

「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（以下「共用促進法」）」に基づき、フラッグマシン「京」を設置し管理運営する組織である。健康長寿社会の実現、防災環境問題、エネルギー問題、産業競争力の強化、基礎科学の発展など 5 分野のプログラムにおける研究やアプリケーション開発など、日本の計算科学推進の中核をなす。理研が米国の IDC (International Data Corporation) に委託した調査によると、「京」と京の次世代機「ポスト京」による経済効果は表 3.16 のとおりである。経済波及効果を収益（開発製品の売り上げ）とコスト削減（開発手法や製造方法による削減）を基に算定し、開発費用 1500 億円の「京」が 1 兆円の波及効果をもたらしたとしている。

表 3.16 「京」「ポスト京」の経済波及効果

単位：ドル

	総収益	投資\$1 当たり 投資効果	コスト削減	投資\$1 当たり コスト削減効果	経済効果 総計
「京」	27 億	571	69 億	278	96 億
ポスト「京」	51 億	398	50 億	234	100 億
総計	78 億	423	119 億	251	196 億

出所：IDC “Analysis of the Characteristics and Development Trends of the Next-Generation of Supercomputers in Foreign Countries 2017”

・一般財団法人 高度情報技術研究機構神戸センター（RIST：Research Organization for Information Science and Technology）

「共用促進法」に基づく「京」の利用促進業務を行う、登録施設利用促進機関（略称「登録機関」）であり、2012 年 4 月より RIST 神戸センターで「京」の利用者の選定や利用支援などの利用促進業務を実施している。企業は、「京」を利用するにあたり、RIST による課題の公募申請と審査を経て利用できる。

## ②産業利活用推進機能

・公益財団法人 計算科学振興財団（FOCUS：Foundation of Computational Science）

シミュレーションクラスターの中核支援機関である計算科学振興財団（FOCUS）は、産業界のスパコン利用を拡大するために、2008 年に地元自治体と商工会議所の出資により設置された。「京」の約 40 分の 1 の性能（273 テラフロップス、1 秒間に 22 兆回の演算性能）を持つ産業利用専門のスパコン「FOCUS」を活用して、企業の技術高度化支援、実践的な技術者育成を目的とする公益財団である。FOCUS スパコンは 2011 年 4 月の稼動以降、企業による高い利用率（2014 年度平均稼働率 98%）を保持している。企業利用が好調な理由は、企業が大学のスパコンを利用する際に比べて、申請から実際の利用までが短時間、成果内容の公開は不問（企業名のみ）、利用料金が低廉、技術支援や指導が受けられるなど、高い利便性と自由度を持つためである。

「FOCUS」を利用する企業は、製造業や化学系企業、スパコン関連ソフト開発企業などであり、2017 年度は企業・大学など 179 法人（うち神戸市内帰郷 22 法人）、2018 年度も前半期で 141 法人（うち神戸市内企業 20 法人）が利用するなど順調に推移している。一方で、神戸市内の中小企業の利用は年 10 社程度と伸び悩んでいる。理由として、スパコン利活用についての専門性が高すぎて適応できる人材が中小企業に少ないこと、およびコスト面・時間面での余裕がないことが上げられている。これを受けて、スパコン利活用人材の育成に注力するために企業向けに「神戸シミュレーションスクール」を実施している。

## ③シミュレーション人材育成機能

- ・神戸大学統合研究拠点

神戸ポートアイランド地区において、産学官連携拠点としての統合研究拠点の施設を整備し、先端融合研究を学外の研究機関や、他の大学や産業界と連携する目的で 2012 年に開設された。それに先駆けて、2010 年 4 月に大学院システム情報学研究科を設置し、京速コンピュータ「京」を活用する計算科学に係る人材を養成している。さらに 2014 年には、社会人を対象とした「計算科学教育センター」を開設した。研究では、隣接する計算科学研究機構との連携協力協定を締結し（平成 24 年 5 月）、「3 次元可視化装置を活用した研究」「超並列固有値ライブラリ研究」の共同研究を行っている。

- ・兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科

社会への情報科学技術の応用という学問分野の確立を目指して、日本で唯一のシミュレーション学教育の大学院を設置し（2011 年 4 月）、社会科学と自然科学の体系的・統一的なシミュレーション教育により、シミュレーション実践能力の高い自立した研究者・技術者の育成を行っている。同大学は、計算科学振興財団と連携協力協定を締結している（2012 年 11 月）。

#### 3.6.4.4 シミュレーションクラスター内の連携

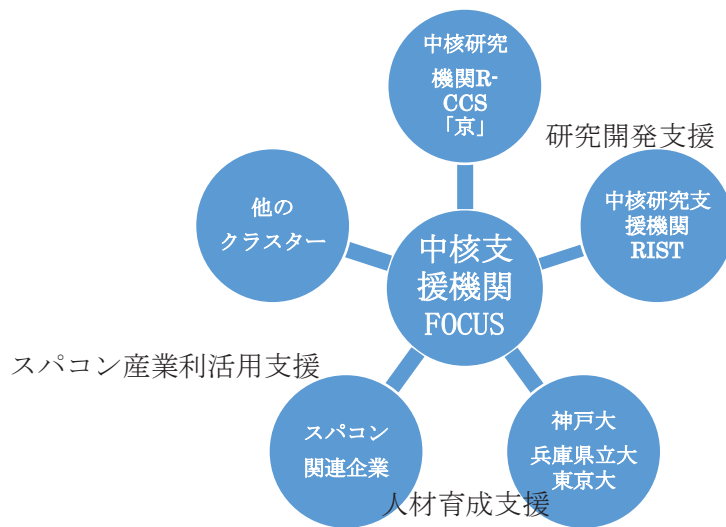
スパコンの産業利用を支援するための関係機関の推進体制は、以下の①から③の機能がある。即ち、①「京」を設置する計算科学研究機構を中核機関とする研究開発支援機能、②「京」の活用を推進する登録機関である高度情報技術研究機構や計算科学振興財団などによるスパコンの産業利活用促進機能、③大学のシミュレーション学科による人材育成機能がある（図 3.9）。

### 3.7 K-BIC の成果

#### 3.7.1 研究上の成果

K-BIC の成果の一つに再生医療の実用化がある。即ち、理化学研究所 多細胞システム形成研究センター（CDB）の高橋政代プロジェクトリーダーによる「滲出型加齢黄斑変性に対する自家 iPS 細胞由来網膜色素上皮シート移植に関する臨床研究」として、2014 年 9 月、世界初の iPS 細胞を用いた「自家移植手術」が成功した。さらに 2016 年 6 月には、他人由来の iPS 細胞から作った「他家移植手術」が実施されるなど、世界に先駆けた成果が出ている。この他、BDR では iPS 細胞を用いた再生医療以外にも、下肢血管再生、膝軟骨再生、角膜再生、鼓膜再生など様々な再生医療研究が実用化に近い段階にある。K-BIC から産まれた主な成果を表 3.17 に記す。また、神戸医療産業都市推進機構のクラスター推進センターの「医療機器等事業化促進プラットフォーム」では、2017 年 9 月時点で具体的な開発案件が 99 件あり、うち 15 件が製造販売開始に至っている（表 3.18）。





出所：医療産業都市推進機構の HP を基に筆者作成

図 3.9 シミュレーションクラスターの中核機関 FOCUS と他の組織との相関関係

表 3.17 K-BIC の成果一覧

① 再生医療分野

項目（療法・製品名）	内容	連携企業・組織
自家由来網膜色素上皮シート移植手術	滲出型加齢黄斑変性に対する iPS 細胞	再生医療（理化学研究所 多細胞システム形成研究センター）
他人由来の iPS 細胞による「他家移植手術」	他人由来の iPS 細胞から作った「他家移植手術」	再生医療（理化学研究所 多細胞システム形成研究センター）

② 薬品分野

項目（療法・製品名）	内容	連携企業・組織
人工染色体ベクター	最先端の染色体工学技術をコアに希少難病薬や医薬品・工業用生産細胞を開発	（株）chromocenter×先端医療研究センター・細胞療法研究開発センター）
ネットワーク型創薬	自己免疫疾患と癌の創薬研究をはじめとするネットワーク体制構築を推進	（Meiji Seika ファルマ株×先端医療研究センター）

注：FBRI の HP や報告書より筆者作成

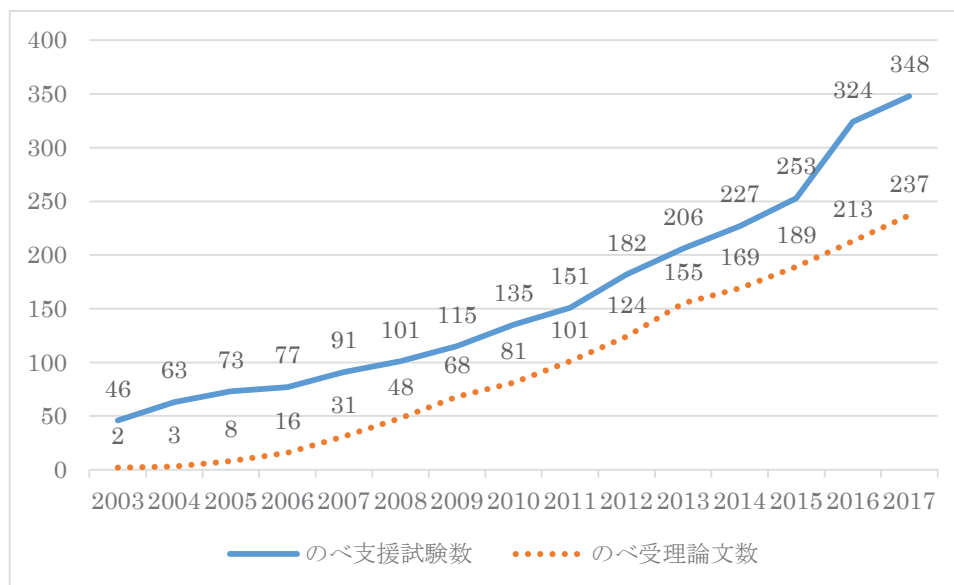
表 3.18 医療機器分野の成果

項目（療法・製品名）	内容	連携企業・組織
自動カフ圧コントローラ「Smart Cuff」	気管切開チューブ等のカフ内圧をマイクロプロセッサにより自動制御、調整、維持する自動カフ圧コントローラ在宅介護分野も視野に入れ、小型でモバイル化された自動カフ圧コントローラを開発、2017年度上市	村田製作所×西神戸医療センター
完全一体型輸液セット「アンティリーク」	完全に漏れない輸液ラインの研究開発のニーズを「プラットフォーム」の仲介により2015年5月に開発に着手、2016年4月上市	(株)コバヤシ×神戸市立医療センター中央市民病院
腹腔鏡下手術トレーニングボード「プロシボード」	大手医療機器メーカーと共同開発、開発段階から販売戦略まで支援 2013年5月上市	八十島プロシード(株)×クラスター推進センター
エアーコルセット「ルフトベルト」	空気を使った新しいコルセット	(株)アルファ技研×クラスター推進センター
世界初の極微弱電波マンモグラフィ	年齢、乳房のタイプによらず高い乳癌検出感度が実証された「極微弱電波を用いたマンモグラフィ」を開発	神戸大学・IGS 社
「炭酸ガス治療法」	褥創や皮膚潰瘍などの末梢循環障害の治療や予防、筋力増強・筋肉重量増加作用に効果が期待される	神戸大学×(株)ネオケミア
内転型痙攣性発声障害手術法「チタンブリッジ」	発声時に声門が強く内転しても声帯が強く閉まらないように、声帯と軟骨の付着部を軟骨ごと外側に広げて、チタンブリッジで固定する手術法	神戸大学×ノーベルファーマ(株)
「ヴェルシア手術台」	巨大な血管 X 線撮影装置ではなく手術台を移動する省スペース型ハイブリッド手術室設置	川崎重工(株)×シスメックス(株)

出所：FBRI の HP、神戸医療産業都市説明資料より筆者作成

### 3.7.2 研究支援の成果

神戸医療産業都市推進機構の医療イノベーションセンター（TRI）は、以下の分野で研究成果が出ている。基礎研究を臨床研究の場につなげる橋渡し研究（トランスレーショナルリサーチ）を推進するための日本初の情報拠点として、がん、脳・神経・循環器疾患、再生医療など、幅広い分野での研究支援を行っている。研究分野は、免疫機構研究、老化機構研究、神経変性疾患研究、脳循環代謝研究でも、学会報告や学会誌掲載など積極的に発表している。その実績は、2017年度末に348件、そのうち約150件が現在も稼働している（図3.10）。特に直近数年の実績が加速している。



出所：FBRI の HP より筆者作成

図 3.10 FBRI 先端医療研究センターでの研究支援実績の推移

### 3.7.3 メディカルクラスターの地元中小製造業への効果

神戸地域にある地場の中小製造業へのプラス効果も現れている。即ち、神戸市機械金属工業会は 1959 年に設立された中小製造業約 300 社から構成される社団法人であるが、1990 年代のバブル経済後の不況や、アジア諸国の追い上げ、さらには阪神・淡路大震災による被害など、企業経営を圧迫する深刻な状況にあった。そこで、大企業の下請けだけに止まらず、将来成長が見込まれる新分野への進出を図ることとした。1999 年 11 月、神戸市機械金属工業会内に会員企業 32 社で「医療用機器開発研究会」立ち上げている（2015 年 7 月現在では 80 社）。多くの会員企業にとって医療分野への参入は未知数であったが、大学・研究機関との連携や神戸市内医療機関、神戸市との連携により、医療機器関連で新製品開発による新規分野への参入に成功するなど高度なイノベーションを創出している（表 3.19）。

### 3.8 K-BIC クラスター重層化の効果

K-BIC のクラスターの重層化は、メディカル、バイオ、シミュレーションの各分野における中核的研究機関と中核的支援機関がコア機能を果たし、企業や大学との連携を強化している点にある。K-BIC の 3 分野クラスターに共通する形成過程は、下記のとおりである。

- ①自治体（神戸市）が、中核研究機関を誘致
- ②公益財団法人を産学官が中核支援機関を設立、研究開発やビジネス化を支援、クラスター内交流事業、人材育成事業を開始

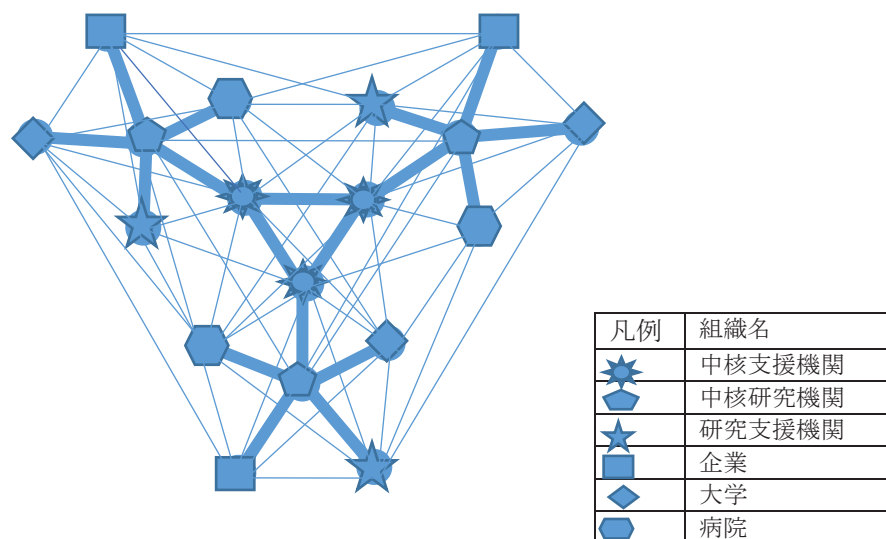
- ③ クラスター内外の研究とビジネス支援のため、学会や展示会への出席・出展を支援
- ③ クラスターと連携協力して実用化研究・臨床、試作品製造支援

K-BIC クラスターの特徴は、中核的支援機関が各々のクラスターを繋ぐ役割を果たしている点大きい。つまり、中核支援機関が支援のコアとなって、中核研究機関に研究開発面やビジネス面などで支援し、また K-BIC に集まる企業や大学などとの連携を支援し、臨床試験のために病院・大学とつなぐコーディネーターとして活動している。また、中核研究機関の基礎研究の橋渡し（TR）活動を通じて、応用研究やビジネス化にむけた実用化研究を加速する。これらの活動において、専門人材の育成を図る連携支援メカニズムが構成されている（図 3.11）。

表 3.19 神戸市機械金属工業会医療用機器開発研究会会員企業により新規開発された例

新製品の名称	内容	連携先
腹腔鏡手術用 Gut-Clamper	腹腔鏡下直腸低位前方切除手術での確実な腸管を結索	神戸大学医学部、神戸大学連携創造本部
非磁性鋼製手術用具	オープン型 MRI 内での手術用具	神戸大学、大阪大学他
顎骨延長システム F1-MAX	歯科インプラント導入前の顎骨の土台作り用システム	大阪大学
内視鏡用オーバーチューブ	低侵襲内視鏡用手術器具	医工連携フォーラム
スキャンサポートパッド	局所磁場不均一補正補助固定具	神戸大学他

出所：神戸市機械金属工業会医療用機器開発研究会（2013）を基に筆者作成



出所：筆者作成

図 3.11 K-BIC 重層クラスターにおける連携支援メカニズム

神戸市は、クラスター効果を加速するために、進出企業のニーズに対応する神戸医療産業都市推進本部を設置し、企業誘致や事業調整を行っている。政策担当部門の企画調整局や港湾関連用地販売促進を担当するみなと総局などから 70 人から構成される規模と予算規模は、他の府県や政令指定都市比較しても例を見ない。神戸市が K-BIC を最重要施策の一つとして注力していることが分かる。

神戸市は、阪神・淡路大震災から 20 年の節目の年である 2015 年、医療産業都市を取り巻く状況の変化を踏まえて、2007 年に策定した「神戸健康科学（ライフサイエンス）振興ビジョン（以下ビジョン増補版という）」を 2016 年に改訂し（増補）、今後のクラスター形成戦略を策定した。ビジョン増補版によると、K-BIC のコアコンピタンスをバイオ、メディカル、シミュレーションの 3 クラスターと産学官連携および橋渡し（TR）機能により、イノベーションを加速させる仕組みを強化するとしている。また、今後目指すべきクラスター像を患者の治療中心であった医療から市民個人の予防を目的とするヘルスケア分野を対象とした「先制医療」を目指すとしている。なお、クラスターの経済効果は表 3.20 の通りである。

表 3.20 K-BIC における 2012 年度の推計結果と 2020 年度までの予測

年 度	2005	2010	2015	2020	2025
企業数	85 (75)	203 (192)	316	410	520
雇用者数	1,757 (1203)	4,351 (4095)	7,100	10343	15482
経済効果(億円)	409 (214.48)	1,042 (488.4)	1,615	2,278	3,071
市税収入(億円)	13 (6.85)	35 (16.37)	53	80	109

出所：神戸健康科学（ライフサイエンス）振興会議（2016）より筆者作成

（改訂版によると、2012 年度と 2007 年度の推計方法や集計地域が異なるため、推計値が異なる。）

次に K-BIC の強みと弱みを SWOT 分析から見てみよう。これは、2018 年に実施した神戸市の企業誘致担当者へのヒアリングを基にしている。結果をまとめたのが表 3.21 であり、これより、K-BIC の強みは基礎研究と臨床研究の現場に近い、世界最先端の再生医療研究、世界的な研究者・臨床医、世界最高水準の研究基盤の存在が挙げられている。一方、弱みとして、クラスター内の資金調達が困難、クラスター運営の先導役が自治体、高い土地代、世界的に注目を集める成功事例がまだまだ少ない、などを挙げている。また、「橋渡し研究」と呼ばれる基礎研究から応用研究にいたる過程で、市場規模が予測しにくいことや、企業の採算性から最先端医療の研究開発や新規産業育成のシステムとして機能しつつも、新た

な製品や革新的サービスを産み出せてない医療分野特有の課題も含んでいる。

表 3.21 2018 年現在の K-BIC クラスターの SWOT 分析

	Strength (強み)	Weakness (弱み)
	Opportunity (機会)	Threat (脅威)
内部環境	基礎研究と臨床研究の現場に近い 世界最先端の再生医療研究がある 世界的な研究者・臨床医の存在 世界最高水準の研究基盤の存在（スパコン京、X 線自由電子レーザー SACLA）	クラスター内の資金調達が困難 クラスター運営の先導役が自治体 クラスター内の土地代が他地域より高い 世界的に注目を集める成功事例がまだ少ない
外部環境	国家戦略特区の指定 海外からの研究者受入れ条件緩和 国による外国人患者の受入れ検討 製薬企業の中国離れ	アジア諸国のクラスター急成長 国内ライフサイエンスクラスターの成長

出所：神戸市担当者へのヒアリングより筆者作成

神戸市の K-BIC を重層クラスター化する地域産業政策は、集積は順調に推移しているといえるが、その一方で、イノベーション創出の面からはいくつかの課題がある。K-BIC の課題について、進出企業からの声を基に考察する。K-BIC に事務所を構える、バイオ系のインキュベーションやイノベーション創出を支援するコンサルタントは、「企業が重要視するのは、土地価格ではなく、雇用すべき人材が集まるか、仕入れの確実性やコストが適正か、物流網が整備されているか、最先端研究施設やインフラとして必要な施設が存在するか、などの理由による」と述べる。神戸の場合、バイオ企業と住宅地の分離、バイオ企業と医療機関・理研・大学が隣接していること、道路交通網の完備などはインセンティブである。しかし、地方の産業クラスターに足りないのは購買機能であり、中小メーカーや生産者の販路と大手企業の受注に応える仕組みが必要としている。企業の成長過程に応じた販売路の確保は、地方に不可欠な要素である。企業のイノベーションを進展しやすくする環境整備は、地域産業クラスター機能の一つといえよう。

わが国で医薬品や医療機器を製品化するにあたっては、厚生労働省管轄の独立行政法人「医薬品医療機器総合機構（PMDA）」の審査が必要である。これまで PMDA の審査や相談は東京事務所のみで行われていたため、地方の医療メーカーや研究所にとって負担が大きかった。地方からの長年の要望と「関西イノベーション国際戦略総合特区」の規制緩和により、2013 年 10 月に関西支部「PMDA-WEST」がグランフロント大阪に、K-BIC 内に出張相談拠点として「薬事戦略相談連携センター」が設置された。これにより、製品開発の初期段階から PMDA から助言指導を受けることができ、革新的な医薬品および医療機器、再生医療の早期創出などが期待されている。K-BIC の今後の発展に必要な機能として、神



戸市は以下を掲げている。

- ① 基礎研究部門への公的資金の集中投下と開発部門への民間資本の投資促進
- ② 経営人材や専門人材の育成基盤の確立と K-BIC 内の人材流動性の促進
- ③ 企業支援メニューの充実
- ④ 再生医療の拠点形成
- ⑤ メディカルクラスターの潜在力の顕在化

これらの提言に対しては、以下の点に留意することが必要である。

- ①米国ベンチャーキャピタルレースへの参加など、海外資本の導入を掲げているが、敵対買収などリスクマネーの流入は実施的に経営コントロールになり、日本（K-BIC）発のイノベーションを空洞化する怖れがあるため、慎重な判断を要する。
- ②米国の大学・研究機関が実施している人材育成プログラムへの参加を推奨しているが、経営形態や知的財産権の取扱いなど、わが国との違いに十分留意して派遣する必要がある。
- ③治験支援、物品調達、弁護士・会計士等の一括契約などを上げているが、このほかにも国際関係に明るい弁理士や経営支援コンサルティングの充実も必要である。
- ④京都大学や再生医療関連機関との連携プロジェクトなど、外部との具体的なネットワーククリンケージを充実させることが必要である。
- ⑤クラスター全体の積極的な情報発信や研究成果の発表など、戦略的な広報が重要である。また、再生医療といえば京都大学のノーベル賞受賞者である山中教授など、クラスターの「顔」も重要である。K-BIC も、2018 年 10 月に医療産業都市推進機構の本庶佑理事長がノーベル医学生理学賞を受賞するなど「顔」が出来つつあり、クラスター内の研究人材を情報発信していくことが、新たな人材獲得になることに留意する必要がある。

### 3.9 神戸市の企業誘致集積化策の課題

K-BIC の経済効果を推計するために実施されたアンケート調査「神戸医療産業都市に進出した企業の重視する項目および満足度」（神戸市、2007）より、クラスターを形成する定性的な効果を見ると、K-BIC は「空港など交通アクセスの良さ」、「最新情報の入手しやすさ」、「人脈や人的ネットワークのつくりやすさ」が強みと言える。一方で、「食事や買い物などの都市環境」「資金の集まりやすさ」は弱みと言える（表 3.22）。

表 3.22 進出企業が重視する地域の評価項目および満足度

評価項目	%
空港等の交通アクセス※	10.78
最新情報の入手しやすさ※	9.45
人脈や人的ネットワークのつくりやすさ※	9.20
当地にいることによる知名度の向上※	8.96
行政の支援※	8.92
研究環境（R I 施設・動物実験施設等）の整備状況	8.70
研究をサポートする施設・設備、企業の多さ	8.66
カンファレンス・セミナー・会議等の開催しやすさ※	8.36
ビジネスパートナーの得られやすさ※	8.33
人材確保のしやすさ※	7.86
社員の人材育成のしやすさ※	7.65
公的研究費の得られやすさ	7.54
特許申請に関する支援	7.44
薬事申請に関する支援	7.22
緑の豊かさなどのアメニティ環境※	7.07
資金の集まりやすさ	6.93
食事や買い物などの都市環境※	6.44

※印は、PI2 期内の一般企業 13 社の回答も含めた項目

出所：神戸健康科学（ライフサイエンス）振興会議（2007）

K-BIC への新出企業にとって、最新情報の入手しやすさ、人脈や人的ネットワークの作りやすさなど、運営コスト以上に集積メリットが重要であることが表 3.24 から分かる。更に、「食事や買い物などの都市環境」などアメニティは、進出企業にとって重要であり、より具体的な施策を展開する必要があると言える。この点について、過去にスーパーマーケットや 2007 年当時神戸市内で最大のホームセンターの誘致に成功したが、わずか 1~4 年で撤退したのは、K-BIC が位置するポートアイランド 2 期全体に、住居区画が全くないため、週末の店舗営業が成り立たない理由によるものであった。他の地域の職住近接型の研究開発型産業クラスターと大きく異なり、24 時間操業や動物実験等が可能な K-BIC エリアではあるが、その特徴が逆にマイナスともなっている点にも留意する必要がある。

以上より見ると、自治体による進出企業優遇策は、企業側のニーズに的確とは必ずしも言えず、現状の企業誘致とイノベーション創出支援策は必要ではあるが十分要件ではない。むしろ、自治体は産業クラスター形成のペースメーカーに徹してネットワーキングや都市全体の研究環境の向上に重点を置くべきである。

### 3.10 本章の議論と結論

K-BIC プロジェクトは震災復興政策として地域に産業の素地がないゼロからのスタートであったために、自治体（神戸市）の強力な主導によるクラスター政策を推進せざるを得

なかった点において、他の地域の産業政策とは異なっている。しかし、震災前まで重厚長大産業の構造転換が求められていた地域にとって、再生医療やそれに関する医療機器の研究開発を中心とした新たな産業を興隆し着実に集積させた点は、他の地域には見られない特徴である。産業政策における他の自治体との最大の相違点は、企業誘致とイノベーション創出のメカニズムを組み合わせた点にある。

アジア諸国の猛迫により国際競争力を急速に失った、尼崎市のパナソニック社のプラズマディスプレイ工場の誘致と撤退、三重県および亀山市によるシャープ社の液晶テレビ工場の不振の例のように、自治体は旗艦企業を中心とする企業集積に主眼をおいてクラスター化を支援してきた。しかし、中核となる旗艦大企業の撤退・事業不振は、地域経済全体に大きな影響を及ぼす。大企業の誘致による特定産業の集積と地域経済活性化を目指す政策は年々実効性を失っており、自治体がこれまで実施してきた安価な土地代、税の減免措置等による企業誘致スタイルは方向転換を迫られている。1960年代以降の「国土の均衡ある発展」を目的とする産業政策は、完全に終焉しているのである。

産業クラスターは分散かつ競争かつ協調連携するために地方にこそ不可欠であり、自治体が地域における産業クラスター政策を展開する意義がある。しかし、産業集積を目指すだけの産業クラスター政策では、プロダクトイノベーションは創出できない。しかも大手企業のイノベーション力に委ねる産業集積策も限界が露呈している。1990年代以降 BRICS やアジア諸国の価格競争を受けて、これまでのプロセスイノベーションの促進策だけでは安価な労働力を武器とする国々に猛迫され国際競争力を失った結果、我が国を代表する製造業や中小企業までが、海外に製造拠点をシフトが加速した。石倉ら（2003）は、「イノベーション、特にプロダクトイノベーションの創出を目的とする産業クラスターは、知識の外部性など集積の持つ正の外部効果である「ロックイン効果」を生み出し、企業がその地域に引き寄せられて集積の経済効果を発揮する。一方で、長期的には集積の変化を阻害する負の効果も有している」と述べる。プラズマディスプレイの例はこれに該当する。

経済産業省の「地域経済産業活性化対策調査（2012）」によると、「企業誘致における自治体と企業の意識には大きな乖離」があり、「自治体では、企業誘致に対し、企業立地に対する補助金や税の優遇措置、高速道路等の予算関連政策が重要と認識していることに対し、企業側は、労働者確保や取引先中核企業の存在などの事業環境を重視している」と自治体と企業の意識ギャップを指摘している。企業が地域に進出する動機は、回答数の多い順にみると「賃料や地価が安い」、「労働者の確保が容易である」、「工業団地がある」。「取引による波及効果の高い中核企業（関連企業）がある」など、事業経営にプラスとなる環境の有無が進出の意思決定要素となっている。

クラスター政策を展開している諸外国と比べて、わが国における近年の産業クラスター政策によるイノベーション創出が成功しにくいのは、税の減免や土地代金の減額などの企業誘致インセンティブのみで、市場創造に貢献する視点が欠けていることに一因がある。

また、OECDのように、産業政策の成果を評価する指標が無いことも、政策立案を誤る原因となる。K-BICの課題や他の地域を参考に、産業クラスター政策の課題と改善策を記す（表3.23）。サポート体制の充実など、研究開発の実用化に向けたきめ細やかな支援が最重要事項である。

日本における東京一極集中現象の更なる加速は、地方における知識集約型産業クラスターの成長・展開を阻害し兼ねない場合もある。Porter（1999）は、「日本の一極集中型の経済活動は、クラスター形成を阻害する要因」と述べている。従って、産業クラスターは分散かつ競争かつ協調連携するために、地方にこそ不可欠であり、自治体が地域における産業クラスター政策を展開する意義がある。

日本の医療産業全体で見ても、医療機器開発における課題や薬事法の壁、開発研究資金や投融資の問題などイノベーションを創出するための課題はなお山積している。特に、国におけるイノベーション創出策も焦点を外さないことが重要である。例えば、石倉ら（2003）は「地域の自立化を目指す」として、国の関与を最小限に減らす地域科学技術振興策では指定する「地域」の概念が広すぎ、支援すべき事業内容が不明確になり、支援の効果が見えにくい場合があると指摘している。当事者が支援の効果が見えにくいことは、インセンティブとしての効果も少ないことになる。

また、制度の対象範囲の広さにも課題がある。一例を挙げると、文部科学省の地域イノベーションクラスタープログラムで指定を受けた地域の規模や内容の差異が大きすぎる点にある。すなわち、長野県全域や富山・石川地域と関西広域や東海広域のクラスター支援事業では、規模や対象数に差異が大きいことがわかる。前者の長野県域全体と、政令指定都市を複数含む地域（例：関西広域区：京都市、大阪市、神戸市、堺市の4指定都市）規模での事業では、単純に人口と生産額を基に比較するだけでも大きく異なり、対象地域が広範囲になるほど支援内容は一般的になり、「特区」効果は減じてしまう。特区制度は、広域になるほど国のクラスター政策に近似し、地域主導でできる範囲が狭くなる点にある。その結果、実質的に地域の自治体や支援組織では負担が大きすぎたり、対象内容が広過ぎたりして、地域で推進する施策への実質的な支援とならない場合もある。例えば、関西広域区においては、北大阪付近に集積するバイオクラスターと、神戸市のK-BICと比較すると、前者は、企業向け基盤整備による創薬を目指すバイオメディカルチェーンの形成を目指すのに対し、K-BICは再生医療の高度化による先制医療や予防医療を目指すメディカルイノベーションシステムの構築を目指す点で、同じライフサイエンス分野といえども大きく内容が異なる。この点について、小川ら（2012）も、「関西バイオクラスタープロジェクト」を例にあげ、「そこには現実の地域の有り様や歴史的経緯が投影されて」おらず、地域は一つの実体である視点が欠けていると指摘し、地域の「自立性」、「内発性」、「永続性」の要素を満たした上で、産業経済の発展を考える必要があると述べている。

表 3.23 イノベーション創出を目的とした産業クラスター政策の課題

項 目		課 題	改善策
政策立案		クラスターのイメージ無き政策・企業誘致策	計画策定時にクラスターの明確なポリシーと詳細な目標設定が必要
サポート体制	経営支援	主に土地代や賃借料割引と減税等のみの優遇策では誘致インセンティブが低い	割引率優劣でない市場創造型インセンティブの策定
	R&D 支援	少数の専門家では短期的な支援に終始しやすい	様々な分野の複数の専門家がチームで支援できる体制必要
	経営戦略支援	市場評価力の不足による参入判断	市場参入可能性調査の実施
	技術経営支援	新規設備や人材投入の判断	公設工業技術センター活用
	橋渡し研究	基礎⇒応用⇒実用化研究への移行	基礎・応用・実用化研究の橋渡し支援プログラム必要
	知財処理	特許・研究論文に関する支援体制が不十分	知的財産権の処理支援体制とメニューの確立
	投資機会	投資インセンティブにつながる機会が少ない	投資家に対するピッチ機会の提供
	クラスター交流	異業種交流会に終始する傾向が高い	専門家によるマッチングサポート体制の確立
産業政策評価		評価基準が無いまたは曖昧、自治体の自己評価が多い	専門家による第3者評価体制の確立と評価基準の策定

出所：筆者作成

本章では、企業がイノベーションを創出し易い環境へのニーズと、地域産業政策が提供する支援策とのギャップまたはミスマッチを埋める政策が効果あることが判った。

また、K-BIC の重層クラスターを掛け合わせてイノベーションを促進する有機的な産学官連携の仕組みは、地域イノベーションエコシステムの機能を有し、地域経済を更生させる解決策の一つであることが証明された。

研究の事業化支援を最重点策としている神戸医療産業都市 K-BIC は、少ない成功例となりつつあるが、医療分野は元来、多額の研究開発費と時間がかかる上に、低い製品化率が宿命であり、橋渡し研究から製品化への障壁が高い医療産業分野は、企業の収益性は未だ途上にある。今後製品化を加速するために支援策の高度化が必要であろう。この点において、重層クラスター政策の相関効果を踏まえた環境整備の検証は引き続き重要である。



## 第4章 スパコン「京」によるイノベーション促進

### 4.1 イノベーションを加速するツールとしてのシミュレーション

本章では、K-BIC の中で活発に産学連携やイノベーション創出活動を行っているシミュレーションクラスターを取り上げ、スパコン「京」を基軸として企業がイノベーションをどのように創発しているかについて検討する。

シミュレーション (Simulation) は、理論、実験に続く「第3の科学」として、これまで科学者が仮説を立てて理論を築き、実験や実測によってそれらを実証していたことを、コンピュータによる模擬実験や予測を行い、詳細かつ正確に検証するものとして期待されている。シミュレーションを研究開発に利用する動きは、1990年代以降欧米や日本で盛んになっている。

シミュレーションによるメリットは以下のように要約される。

- ① 対象の実験規模が地球や宇宙のように膨大か、原子や分子のように極小か
- ② 空を超えて宇宙の進化を分析、過去の状況や未来を予測
- ③ 直接観察できないもの、実験するには危険すぎる時
- ④ 莫大な費用や設備を要する実験

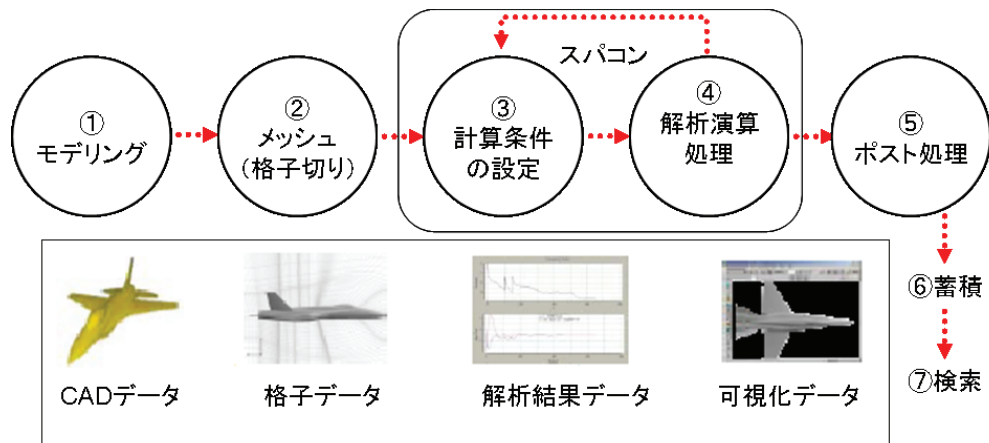
シミュレーションは基礎科学だけでなく、産業界における製品開発においても応用され、開発期間の短縮や生産コストの削減に寄与しており、今後も活用は拡大すると期待されている。今日の企業活動は、革新的な製品やサービスが求められる知識集約型経済社会での熾烈な競争下にある。産業競争力は、市場での製品サイクルの短命化が進む中で、革新的なアイデアをいかに早く製品化できるかのリードタイムの確保にかかっている。また、クラウドコンピューティングのように、ICT は企業活動を支えるのに不可欠なインフラとなった。加えて、マーケティングや製品開発に高度な解析力や計算精度が求められる AI (人工知能) の時代に移行しつつあり、企業の研究開発や生産過程にビッグデータの処理が不可欠となった。AI やビッグデータ等には大規模高速演算が必要であり、それを可能にする高度化支援ツールがシミュレーションであり、またこれを下支えするのがハイ・パフォーマンス・コンピューティング (HPC) である<sup>1)</sup>。

神戸市は、このシミュレーションの潜在力を用いて、医療機器開発や創薬に利活用するために、K-BIC の重層クラスターに理化学研究所の計算科学研究機構 (現 計算科学研究センター) を誘致し、第3のクラスターとして発展させる政策を採ったのである。本章では、神戸に設置された世界最高レベルの高速計算機であるスーパーコンピュータ「京」により、シミュレーションがイノベーション創出や R&D 過程をどう変えつつあるかを検証する。



#### 4.1.1 設計プロセスのイノベーション

イノバティブな製品開発を加速するツールとして、スパコンを使った大規模並列計算の必要性和計算過程を以下に記す<sup>2)</sup>。その例として、企業における製品設計を取り上げる。まず、①製作しようとするモデルを CAD で描き、②網を被せるように格子（メッシュ）切りで数式を当てはめる事前（プリ）処理を行い、③計算条件変数（パラメータ）を設定して、④スパコンに入力（ジョブ投入）、演算結果の生データが排出され、⑤演算結果を数式から画像で表す（可視化）事後（ポスト）処理、⑥データを蓄積（ストレージ）、⑦検索（データマイニング）、このような流れとなる（図 4.1）。かつては、③、④の工程を風洞や水槽など大規模な実験装置により試行錯誤していたが、シミュレーションの導入により、コンピュータ上での実験が主流となり、その期間とコストは格段に軽減された。



出所：著者作成

図 4.1 設計分野での大規模並列計算を用いた試作の流れ

#### 4.1.2 設計プロセス削減効果

企業は元来、製品の設計プロセスや製品開発過程の内容を見せることは少なく、スパコンを活用したシミュレーションによるコスト削減を明示した企業の公開情報は少ない。しかし、ソフトウェアベンダーが持つ解析シミュレーションソフトの導入による設計コストや人件費の削減は多くの企業で行うことができるようになった。その一例を表 4.1～4.4 に記す。

表 4.1 民間解析ソフトの導入によるコスト削減シミュレーション

プロジェクト概要	項目	削減単位
設計	設計時間（1 週間＝40 時間）	10 週間/プロジェクト
	時間あたりの平均単価	1,500 円/時間
試作	試作回数	3 回/プロジェクト
	試作 1 回あたりの平均コスト	500,000 円/回
設計変更	設計変更回数	3 回/プロジェクト
	設計変更 1 回あたりの平均コスト	500,000 円/回

出所：CAD Japan の HP より抜粋

表 4.2 設計時間の短縮

既存の設計手法による 1 プロジェクト当たりの必要時間	10 週間/プロジェクト
プロジェクトに必要な設計の人数	3 人
1 プロジェクトあたり必要時間	1,200 時間/プロジェクト
設計時間の短縮率	25%
設計の短縮時間総計	300 時間/プロジェクト
1 時間あたりの平均単価	1,500 円/時間
設計時間の短縮によるコスト削減	450,000 円

出所：表 4.2 に同じ

表 4.3 試作費用の削減

1 試作品あたりの平均コスト	500,000 円
1 プロジェクトあたりの試作回数	3 回
試作回数の削減	2 回
試作削減によるコスト削減額	1,000,000 円

出所：表 4.2 に同じ

表 4.4 設計変更の低減

1 設計変更あたりの平均コスト	500,000 円
設計変更の回数	3 回
設計変更の減少率	50%
設計変更の削減によるコスト削減	750,000 円

出所：表 4.2 に同じ

以上を合計すると、当該解析ソフトの導入による設計時間の短縮によるコスト削減は 45 万円、設計のための短縮時間は 1 プロジェクトあたり 300 時間、設計時間の短縮率は 25% になる。また、試作品を作る回数は 3 回が 2 回に減り、試作削減によるコストは 100 万円

の削減となる。また、設計変更回数も 50%減ることで 75 万円が削減される。以上より、設計工程全ての削減額の総計は 220 万円となる。

#### 4.2 大規模シミュレーションの例

2013 年頃より「京」を活用した自動車メーカーの設計プロセスにイノベーションが生じている。すなわち、これまで構造設計でコンピュータを活用した強度計算により部分的な最適化は可能となっていた。一方で、空力や熱・騒音など、自動車を取り巻く環境を含めた流体力学からの分析は、計算機の機能の問題やコスト面の理由より、大規模計算は敬遠されている感があった。2010 年当時産業界でシミュレーションに用いられているコンピュータと「京」を比較すると、従来のコンピュータでは数百万のメッシュ（格子）数を使用して計算していたのに対し、約 1 万倍の演算能力を持つ「京」では、300 億から 1,000 億のメッシュを使用した計算が可能となる。実際、「京」で 300 億メッシュを使用し、自動車の車体表面の空気の流動を計算したところ、微細な渦が無数にあり、従来解析できなかった 1mm 以下の微小な渦を 1 週間かけて計算していたところを、わずか 3 時間で計算できるようになった。

また、船が進む際に水から受ける抵抗の予測では、プロペラと舵の付いている船に対して（一般財団法人）日本造船技術センターでは、模型船を用いて抵抗・推進性能、操縦・運動性能等を調べる船舶の性能を調べるために、これまで、長さ 400m、幅 18m、深さ 8m の大水槽などで規則波、不規則波などを実際に造波してきた曳航水槽試験を、300 億メッシュを使用した数値シミュレーションにより完全に代替できることを確認した。このようにスパコンを活用した設計・実験のプロセスは確実に精緻化・効率化している。

スパコンを利用している企業のシミュレーションの有用性について、ある大手重工メーカーは、「シミュレーションは、製品開発期間の短縮に加えて、高性能の限界性能を探索するためのツール」である一方で、「シミュレーション結果の妥当性を判断するのは人間であり、それを見極める力をつけることも重要な人材育成である。特に、熟練工の持つ「技術力と勘」を伝承するのは困難であるが、若い世代がシミュレーションを利用しながら「勘」を体得していくことが重要」と述べている<sup>3)</sup>。

自動車製造におけるイノベーションは、安全性能と環境性能の両立にある。すなわち、安全性能と信頼性を向上させながら、走行性能や快適性能を高める必要があり、この二律背反の課題を解決しなければならない。この例を挙げると、車体の設計において、軽量化と剛性の向上や、空力抵抗の軽減と静音性の向上を図る際に、複数の設計変数を数値シミュレーションにより同時に最適解を求めることができる。通常製品開発や設計過程においては、機能、性能、コスト等の複数の設計目的を設定し、それらを実現するための評価尺度に照らし合わせて最適解を求めるといふ、多目的意思決定問題となる。最適解を求め、設計案を速やかに策定することが常に求められている。即ち設計条件と設計仕様のうち、

実現すべき評価尺度と制約条件を与え、一つの評価尺度（性能）を実現するためには、他の評価尺度（コスト等）を低く抑えざるを得ないという競合関係（トレードオフ）が存在する。多くの制約条件下で総合的に価値判断して設計代替案を策定するために、数値シミュレーションを用いた、多目的最適化計算手法によるパレート最適解が求められるようになっている。

近年では、設計仕様や位置や接続などの物理的関係から、設計面での最適解を得ることに加えて、環境への負荷など、これまで制約条件と考えられてきた変数をも加えて「創造性」と「最適性」を考慮することにより、多元的な条件に基づく最適解を求める需要が増え、これに対応できる大規模な数値シミュレーションの必要性は益々高まっている。企業が求められている創造性と生産性を共に高めるためのトレードオフ関係については、Abernathy（1978）が指摘した「生産性ジレンマは、自動車産業において製品デザインが標準化され投資が進むと、新たなデザインの創造を妨げる」が著名である。シミュレーションはこのようなジレンマを解決する可能性を持つものである。一例を挙げると、ある大手自動車メーカーでは、設計における CAE を 90% 以上利用しているという。特に、近年のいわゆる「ゲリラ豪雨災害」や台風・津波により車が水没・冠水した場合を想定した際など、非定常時における防水対策や、電気系統のレイアウト設計にもシミュレーションを活用している。この点で、実験値だけでなく設計の性能評価のためにもシミュレーションは不可欠となっている。

かつては、予算をかけて大規模な風洞実験を繰り返して評価していたが、コンピュータシミュレーション（数値風洞）の導入により、風洞実験から数値風洞に置き換えられつつある。巨大な風洞装置を複数設置していたボーイング社も、飛行機 1 機を開発するのに実機を 72 機試作していたのを、シミュレーション導入によりわずか 5 機にまで縮減した。加えて、風洞装置も簡素化できるようになり、設計・製造および製品評価コストの大幅な削減を実現した。数値シミュレーションは、計算機能力の向上により、これまでモジュール設計で個別に検証していた結果を併せて全体最適化を図ることができる「まるごとシミュレーション」を可能にする。造船業においても船の設計を大規模プールでの実験ではなく、コンピュータ上の水槽で実験に置き換えられている。上記の自動車メーカーにおいても、まるごとシミュレーションの導入によりクレイモデルを廃止し、最終確定前のモデルを 4 台から 2 台に減らすことができ、かつ、実験型でなく量産型モデルで試作できるようになった。さらに、自動車設計における官能評価に加えて、居住性や快適性評価をも統合したシミュレーションが可能となっている。具体的には、安全性能評価において衝突アセスメントをする場合、かつては、大人と子供のダミー人形による実験であったが、人体シミュレーションモデルの開発により、男女別、老若男女別の骨格モデルによる衝突シミュレーションが可能となった。さらに近年では、この人体シミュレーションモデルを使い、快適

性や静音性など人体が五感で感じるシミュレーションも可能となり、個体別によるアセスメントも可能になりつつある。

上記の企業以外の手自動車メーカーでも、構造と流体力学分野における高度なシミュレーションにより、ハイブリッド車と遜色ない燃費を達成できたガソリン車を製品化している。このほか、工場プラント設計や建築設計においても、施工・納品までのリードタイムの最短化と設計変更箇所の最小化のために全体最適化シミュレーションがなされている。ある大手プラント設計企業では、海外における大規模 LNG プラントを受注した場合、建設期間が3年であるとする、設計時間は契約直後からわずか3ヶ月程度であるという<sup>4)</sup>。プラント設計の世界的な動向は、中東地域を例にとると、石油プラント規模の大型化と高効率化などが求められている。プラント設計においては、建設プロセスとプロセスコントロール、プラントの構造解析、プラント操業時や非常時の安全性確保における耐震性の想定など、多岐にわたりシミュレーションが必要となっている。特に、大規模プラントの設計となると、予定外のプラント停止に伴う損失リスクや増大するリスク回避のために、緊急遮断システムや緊急脱圧システムの設計など高信頼性や高度の安全性が基本設計に求められる。しかも、基本設計を経て詳細設計段階や施工段階になると、設計変更は納期遅れとコスト増になり収益に大きく影響が出るため、初期段階での基本設計の精度の高さが全体計画を左右するようになっている。従って、企業にとって、精度を高め誤差を最小化するために、基本設計の検証に数値シミュレーションは不可欠である。

設計課程におけるシミュレーション利用の増加は、高度で複雑な設計を必要とする傾向にある。すなわち、ビル建築や土木工事においては、より高度で複雑な数値シミュレーションの活用により、複合プロセスのコントロールの最適化やプロセス制御のロジックの高度化、BIM (Building Information Model) という異なるデータベースやファイルの一元管理化により、設計ロジックや経験的にもたらされた知見の蓄積と応用して最適な設計・施工を実現している。

BIM は 3D の建築物の形状情報に加えて、部材・材料の使用や性能および仕上げ等の属性情報を併せ持つ総合的な建物情報モデルを構築するもので、国土交通省は 2014 年 3 月「BIM ガイドラインの策定と運用について」のガイドラインを出し、その適正な運用を奨励している。更に、近時社会問題化している建築施設（ビルやトンネルの天井の老朽化による倒壊・崩落）の事故を未然に防止し建築物を管理するファシリティマネジメントにも BIM は活用されており、構造物全体から部材まで取扱う情報量は、増々ビッグデータ化している。

#### 4.3 スパコンを活用したシミュレーション活用のメリット

以上より、スパコンを活用した大規模シミュレーションは産業界に以下のメリットを与えている。



- ①様々な実験・試作の代替が可能となり、大幅な開発費用の削減が期待できるプロセスイノベーションが実現できる
- ②非常に多数のシミュレーションを同時に実行することにより、短時間に最適解を見出すことができる
- ③今までに無い精緻なシミュレーションによる新材料や新製品開発、または既存製品の性能・信頼性を飛躍的に向上するプロダクトイノベーションを実現できる

産業界におけるシミュレーション活用は、既存の分野を超えたパラメータが増えて、扱うビッグデータは更に増加する方向に進む。換言すれば、統合シミュレーションにより、プロセスイノベーションに加えてプロダクトイノベーションをも産み出すことが期待できる。

プロダクトイノベーションの一例をあげると、「変速機用ゴムベルトの寿命予測のための解析シミュレーション」がある。スクーター等の無段変速機に用いられているゴムベルトは曲げやすくするために、円弧状の凹みが連なった形状をしている。走行中はベルトとギアの接地部分が何度も屈伸され、ベルトに亀裂が入り破断される。このベルトに応力が集中してかかる部分の構造解析シミュレーションは、これまで実験やパソコンレベルでのシミュレーションをしていたが、スパコンによるシミュレーションにより、ベルトの応力集中部分のより精度の高い解析を短時間で行うとともに、ベルトとギアの接地部分を含めた「まるごとシミュレーション」が可能となった。

従来の「まるごと解析」では、計算機の実力の限界から精度を犠牲にしていたが、大規模計算ができるスパコンにより、設計時間の短縮と設計の精度向上を実現できた。実際、本件事例では、従来 120 時間（5 日間）かかっていた計算を 12 時間（一晚）に短縮でき、しかも亀裂によるベルトの寿命時間を実測値に近似した値で予測することができた。設計時間のスピードアップと高精度化が求められる製品開発において、スパコンがプロダクトイノベーションを推進する有力なツールであることを示す事例である。

ある研究者は、「デザイナーが図面を描けば、後は現実に製造できるところまでシミュレーションできる。人間は豊かな発想のところ（創造力）のみに集中すればよいレベルまで来ている」と述べる。<sup>5)</sup>

#### 4.4 国内外の企業のスパコン利用状況

世界のスパコンの演算能力を計測してランキングする「トップ 500」の使用用途をみると、産業界の利用は 6 割あり、金融、ロジスティックス、サービスなど商業利用が製造業を上回っていることがわかる（科学技術動向センター調査、2011 年）。

しかし、日本では商用サービスや金融工学でのビッグデータ解析に、スパコン利用は進んでいるとは言いがたい。この調査で使用用途が「特になし」と回答した企業が多い反面、



スパコンは不可欠と考える企業ほど開発状況の外部漏洩を怖れて、スパコンの使用状況を匿秘する傾向にある。

大企業が製品開発や技術を外部から提案公募する際に、仕様書にシミュレーションによる性能評価書の添付を義務付ける傾向があるなど、ビッグデータ時代の到来により中小企業もスパコンを活用せざるを得ない状況になりつつある。スパコンを活用している企業の外部計算需要と導入理由をヒアリングは表 4.5 のとおりである。外部計算資源を導入する企業は、新たに計算資源を導入・拡張するコスト、スパコンの専門家の確保や育成にかかる負担等を勘案して利用を決定するため、イノベーションのツールとしてスパコンの能力を認めながらも、コストと使いやすさがスパコン利用判断の分水嶺であるといえる。

表 4.5 スパコン利用企業における外部計算需要と導入理由

計算需要	導入理由
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計算処理時間を短縮させたい</li> <li>・ 解析規模を拡大したい</li> <li>・ 社内の計算機需要がピークで外部計算資源を使いたい</li> <li>・ 公的機関による超並列計算のソフトウェアを使いたい</li> <li>・ 社内計算資源のトラブルのため代替計算機を使いたい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計算機資源が（CPU 能力やメモリ、ディスク等）が不足している</li> <li>・ 有効なスパコンのアプリケーションソフトが見つからない</li> <li>・ スパコン活用できる人材がいらないため外注している</li> </ul>

出所：大手製造業の解析担当者へのヒアリングを基に著者作成

一方、世界のスパコンの演算能力を計測してランキングする「トップ 500」の使用用途をみると、産業界の利用は約 6 割もあり、金融、ロジスティックス、サービスなど商業利用が製造業を上回っていることがわかる（科学技術動向センター調査、2011）。スパコンを業務に多用している世界の主要な企業は表 4.6 のとおりである。

表 4.6 世界的大企業におけるスーパーコンピュータの活用例

企業名	HPC 利用例
Wal-Mart	自社の世界期のネットワークにおけるサプライチェーンに活用
Fed-Ex	600 機の飛行機と 75,000 台の車による配達計画をシミュレーション
NASDAQ	20 万/秒と 20 億/日の株式市場の取引に使用
Texaco	砂層にある石油や天然ガスの存在を地震データから探索
Goodyear	タイヤの設計モデリングに利用し研究費のコストを 40%から 15%に削減
P&G	ポテトチップスの形状とパッケージデザインに活用

出所：HPC Wales

#### 4.5 シミュレーションの産業利活用推進のための産業政策

世界最高峰の計算資源が神戸に集積している優位性を活かし、地元企業がイノバティブな製品開発により国際競争力をつけるためには、企業のスパコン活用を支援する環境整備が必要である。神戸市は、スパコン「京」や「FOCUS スパコン」を活用した「シミュレーションクラスター」をポートアイランドに形成している（第3章参照）。具体的な施策として、①スパコン関連企業誘致策と、②産業利活用推進策を展開している。

##### 4.5.1 スパコン関連企業誘致策（環境整備）

スパコン関連企業の誘致には、「京」周辺のスパコン利用を支援する環境の整備が必要である。まず、(i)スパコン利用を技術的に支援する企業（以下、技術支援企業という）を誘致し、併せて(ii)スパコンを利用する企業（以下、ユーザ企業という）を対象に、展示会や学会などを通じて誘致活動をしている。これまでの誘致活動の結果、技術支援企業6社、ユーザ企業7社の合計13社、4大学3研究機関が進出し、約400名が就業中である（2018年8月現在）。

技術支援企業は、スパコン基盤ソフトの高度化や移植、独自ソフトの開発に長じているだけでなく、ユーザ企業からの計算・解析業務の受託を通じてニーズも把握しているため、技術支援企業を重点的に誘致することが、ユーザ企業の誘致促進とスパコン利用につながる。「ネットワークを通じてスパコンにアクセスするクラウド型では、わざわざ神戸に進出する必要も無いのでは」と疑問視する声もあるが、FOCUS スパコンを利用中の関東の大手光学企業は、「ビッグデータは、ネットワーク間のデータ移送に時間とコストがかかると共に、プログラムの書き換えやチューニングを繰り返す必要が生じる。そのため、計算資源のある神戸に拠点は必要」と述べている。ここに技術支援企業のビジネスチャンスがあり、実際シミュレーション活用サービスの企業が進出している。

##### 4.5.2 スパコン産業利活用推進策

FOCUS スパコンの登場以前のスパコンは、大学・研究機関に設置された学術研究用が主であり、企業が使えるのは研究の空き時間を限定的に利用できるのみであった。学術利用がメインのスパコンは、企業利用にとってユーザフレンドリーでなかった。例えば、利用申込み期間が予め定められており、随意申込みの受付は原則なかった。2001年に設置された独立行政法人海洋開発研究機構（JAMSTEC）のスパコン「地球シミュレータ」も企業利用を推進していたが、研究機関の予約がある時は利用を制限されていた。また、利用形態も利用目的・内容を明示しなければならない場合（無償利用）がある。企業は、利用内容を明示すると共に、JAMSTEC の年報に研究内容を寄稿しなければならないなど、様々な制約があった<sup>6)</sup>。

このような状況を考慮して FOCUS スパコンは、企業ユーザの利用実態を踏まえた産業利用専門のスパコンを目指すべく、利用手続きの簡素化や秘密保守契約（MOU）の締結、時間従量制の価格設定、100 本を超えるアプリケーションの提供など、企業が利用しやすいサービスを徹底的に追及した。

計算科学振興財団と協力し、シミュレーションやスパコンを利用していない企業に対して、企業向けのシミュレーションスクールや個々の企業の状況に応じた教育カリキュラム「テーラーメイド相談室」を実施している。この結果、164 社が FOCUS スパコンを利用している（2018 年 11 月現在）。

#### 4.5.3 シミュレーションクラスター内企業からの評価

K-BICに進出したスパコン関連ソフト企業が神戸でビジネスを展開する動機は、「京」や「FOCUS」の存在、医療産業都市企業や市内企業のシミュレーションユーザ拡大にある。一方、神戸市内の地元ICT企業は、「京」から派生するネットワーク管理や、研究者のヘルプデスクサービス、可視化サービスなどの副次的なサービス需要に対する発注機会の拡大を期待していることが分かる。このことからクラスター集積メリットは、企業の経営方針に大きな影響を与えている。神戸に進出したスパコン関連ソフトウェアベンダー企業と、地元のICT企業の経営者の声は表4.7の通りである。

#### 4.6 スパコン利活用による産業面での成果

「京」や「FOCUS」による成果は、各方面から出始めている。4.6.1に神戸地域の産業界での成果を紹介する。「京」による成果は、新製品開発の理論的根拠などあらたな技術や手法を産みだすプロダクトイノベーションに寄与する。一方、「FOCUS」による成果は、製品の最適化など主にプロセスイノベーションへ寄与する。スパコンは演算性能の高低でプロダクトイノベーションやプロセスイノベーションの両方に貢献できることが判る。

表4.7 神戸に進出したスパコン関連と、地元のICT企業の経営者の声

スパコン関連進出企業	A社	神戸には「京」や「FOCUS」があり、今後は大規模なコンピュータシミュレーションを活用した最先端の研究開発の中心地となることを期待する。神戸の地から、自動車・航空宇宙・重工業・生命科学などの様々な分野における産業利用を支援していきたい。
	B社	ポートアイランドは、島全体で電力や回線が2重化されるなど防災・リスク回避が十分に考慮されており、IT企業にとっては最適な立地といえる。また、陸海空のアクセスのよさは、様々な分野の企業のビジネスにとって大きなメリットだ。
	C社	計算科学ベンチャーである弊社にとって、研究支援および自社ソフト研究開発のディスカッションを行うには最適な地である。また、医薬品メーカーも集積しており、医療分野の自社開発ソフトウェア販売、計算力提供サービスの営業拠点としても期待している。
地元ICT企業	D社	弊社の提供できるサービスを基に、新たにスパコン関連産業の一翼を担うことができることができた。引き続きビジネス拡大を探っていきたい。スパコン関連ビジネスバリューチェーンの形成に期待を寄せている。
	E社	東日本大震災以降、企業のリスク回避に対する備えが高まり、安全性能評価のためのより高度なリスクシミュレーション需要が高まっている。ポートアイランドにある弊社も新入社員に計算科学を学ばせて、この需要に応えたい。

出所：インタビューに基づき筆者作成

#### 4.6.1 企業におけるスパコン利活用の成果

##### (1) 「京」による成果

- ・インフルエンザ治療薬「タミフル、リレンザ」の発見
- ・がんの標的タンパク質に対する薬の候補抽出（現在、これらの候補は前臨床試験中）
- ・シリコンナノワイヤーの電流の流れ解明による次世代デバイスの設計可能性供与
- ・リチウムイオン電池の高容量化、高出力化、長寿命化、安全性向上への寄与
- ・メタンハイドレートの融解過程の解明によるメタンガスの効率的な採取方法の解明
- ・水平格子1 km未満の超解像度の全旧帯域シミュレーションによる気象予測
- ・東南海・南海地震/津波のシミュレーション予測
- ・最大1兆点の大規模流体シミュレーションによる自動車の空力性能向上（空気抵抗を5%向上させると年間数百億円の燃料費が節約可能）

##### (2) 「FOCUS」による成果

- ・磨耗しにくい、制動性能の高い、環境負荷の少ないゴム製品の開発
- ・スポーツ用具の空力特性向上
- ・計測・検査受託業務における実験装置とシミュレーションを組み合わせた解析精度の向上
- ・土壌改良に最適な農薬の開発と散布時期の最適化
- ・工業用ベルトの接合部分の解析による性能向上

#### ・津波被害評価シミュレーションサービスビジネスの展開

これまで、製造業や化学系企業、スパコン関連ソフトベンダー企業 140 社が FOCUS スパコンを利用している。企業利用の業種別では、設計・製造など CAE (Computer Aided Engineering) 利用が最も多く 85 社 (73%)、創薬を含む化学系計算が 23 社 (16%)、解析利用が 21 社 (11%) ある。次に、企業規模別にみると、大企業が 87 社 (67%)、中小企業が 40 社 (31%)、その他が 2 社 (2%) である。また、神戸市内企業は 26 社 (20%) であった (2014 年 6 月末現在)。主な利用形態は、①自社での設計開発用、②シミュレーション受託解析、③自社ソフト開発等である。

#### (3) コンベンション効果 (計算科学関連学会開催の増加)

医療関連の学会開催数は、神戸市は国内トップクラスを誇っている。これに加えて、計算科学関連の学会の開催が増加している。

2011年の主な計算科学関連の学会として、計算科学研究機構国際シンポジウム (約350名)、計算化学生物情報学会 (約600名)、CAE懇話会 (約150名) などが開催され、コンベンション効果を生じている。2012年以降も、SIGGRAPH ASIA 2015、日本機械学会、日本シミュレーション学会など、様々な分野におけるスパコン関連の学会・シンポジウムが開催されている。

#### (4) 計算科学人材の集積

スパコン「京」や、2020年頃登場予定の次世代スパコンである、エクサスケール級スパコンの開発運用にあたり、世界的な研究者・技術者200人以上が神戸地域に居住し、神戸のシミュレーションクラスターは、日本のスパコンのCOE (Center of Excellence) として発展している。

#### 4.7 他のクラスターとの融合連携：インシリコ創薬拠点の形成

医薬品開発は、一品目当たり 10 年の開発期間および 1000 億円以上の研究開発費用を要する。それを反映して製薬業界では、世界的規模で新薬の承認数が横ばいであるのに対し、研究開発費は増え続ける深刻な事態に陥っている。医薬品開発の高コスト化は、薬価、医療費の高騰も誘発するため、コスト削減や開発期間の短縮は重要課題である。一般的に創薬にかかる時間と費用を以下に表す。基礎研究に 2~3 年、開発費用は約 200 億円かかる。その後、前臨床試験段階に移行できる確率が 1/2500 であり、さらに臨床段階に至るまで 9~12 年、費用は約 800 億円かかる。さらに承認取得できるのに 11~15 年かかり、総費用は 1000 億円である。しかも創薬候補にたどりつける確率は 1/20000 でしかない。他方、計算創薬と呼ばれるインシリコソフト<sup>7)</sup>を導入した場合、10~13 年かかるが、創薬候補となる

確率は 1/3500 で、その費用は約 740 億円に削減できるという（奥野、2014 年）。図 4.2 は一品目あたりの創薬にかかる期間と費用と、インシリコを導入した場合を比較して記す。インシリコによって医薬品開発の成功確率が大幅に高まり、開発費用が大幅に削減できることを示している。インシリコは製薬業界のイノベーションにとって不可欠のツールと言える。

<div>基礎研究</div> <div>前臨床試験</div> <div>臨床試験</div> <div>承認申請</div> <div>承認取得</div>				
既存創薬	開発期間	2~3 年	9~12 年	11~15 年
	成功確率	1/2500	1/8	1/20000
	開発費用	約 200 億円	約 800 億円	約 1000 億円
計算創薬	開発期間	1~1.5 年	9~12 年	10~13.5 年
	成功確率	1/500	1/7	1/3500
	開発費用	約 40 億円	約 700 億円	約 740 億円
		直接的効果	間接的効果	最終的効果

出所：奥野（2014）を基に筆者作成

図 4.2 通常の創薬の過程（上段）と、計算創薬（インシリコ）（下段）の費用および開発期間の比較

製薬企業に浸透しつつあるインシリコの可能性について、企業の研究者は「計算機創薬は、有用なリード化合物をいかに速く絞り込むかが重要であり、コストと時間を省くことを目標とする。また、臨床に動物を使わない動物愛護の点からも判断して有用であれば、経営者は導入を検討する。そのためには、計算創薬による具体的な成果事例を出すことが不可欠」と述べている<sup>8)</sup>。一方、製薬企業が計算創薬を利活用するにあたっての課題として、「創薬では、企業と大学・研究機関との連携は十分でない。計算創薬でも研究成果について産業界への情報開示、橋渡し機能の充実が必要」との意見もある<sup>9)</sup>。

これらの課題に対して、製薬企業 22 社、IT 企業 3 社、アカデミア 5 機関から構成される産学連携コンソーシアム「K Supercomputer based drug discovery」を形成し、インシリコ創薬の根本的課題を「京」を活用して解決しようとしている。現在での問題とその対応状況は以下のように要約できる。（ ）内が実現されている状況を示す。

化合物のバーチャルスクリーニングの高度化（数百万⇒10 の 60 乗以上）

タンパク質と化合物の結合親和性の予測技術の確立（5 %⇒70%以上）



この活動をポスト「京」を用いて更に進展させるため、FBRI がインシリコ創薬と製薬企業との橋渡し機能を果たすべく、「神戸インシリコ創薬拠点」を設置した。その目的は、インシリコ創薬計算手法の性能評価と精密化、ユーザフレンドリーな創薬計算ソフトウェアの開発、スパコン創薬計算技術の利用環境構築、インシリコ創薬計算人材の育成、インシリコ創薬計算技術の受託計算サービスなどである。

このように K-BIC のシミュレーションクラスターは、バイオとメディカルクラスターと重層連携して計算創薬（インシリコ）の拠点形成を進めて国際競争力を高めている。

#### 4.8 スパコン利活用の課題

スパコン「京」を基盤とするイノベーションの状況を概説したが、課題がない訳ではない。以下それを検討しよう。

##### 課題1：スパコン利活用の障壁

スパコンの産業利用の例として、米国の著名な投資コンサルタントの D. E. Shaw Research は、ニューヨーク中心部の高層ビルにスパコンセンターを設置し、タンパク質の化合物をシミュレーションで合成し、頻繁に特許申請する知的財産ビジネスを展開している。また、米国の製造業組合では、企業の参画を得て中小企業をターゲットにシミュレーション利用を推進している。しかし、海外先進国に比べて、大規模なシミュレーションを駆使する日本の企業は一部に止まっているのが現状である。この原因は何であろうか。産業競争力懇談会（COCN）が実施したものづくり企業に対する調査（2011）によると、シミュレーションが製品開発に貢献していると認識する企業は 5～20%程度に止まる。その理由として、スパコンを使える人材の不足、ノウハウ不足、ハード(計算資源や付帯設備)やソフトにかかるコスト、等が導入障壁であるとしている。一方、計算値の精度向上など、スパコン技術への信頼性の課題もあげている。

シミュレーションに興味ある製造業向けアンケート「次世代スーパーコンピュータ利用にかかる進出意向調査（神戸市、2010）」でも、高度なシミュレーションを使わない企業は、「計算資源の不足」、「人材不足」が主な理由としている。以上より、企業はシミュレーションの必要性は認識しているにも関わらず、自社へのスパコンの貢献度が定量化できないために利用しない。企業規模が小さいほど、経営者に理解はなく導入障壁は大きい。しかし、現在の企業は、「資産を持たない経営」により、スパコンのサービスのニーズは大企業に比べて導入時期に時間差があるものの、中小企業にも確実に拡大しているといえよう。

##### 課題2：シミュレーションを利活用できる企業人材の育成

企業がスパコンを利用する際に直面するのが、社内にシミュレーションの専門家の不在である。特に、解析が必要な理由と解析手法を兼ね備えた人材が不足している。これまで企

業内の意識ギャップ、対費用効果の定量化、解析・シミュレーションコストなど、スパコン利活用の障壁について概観してきたが、企業がスパコンを活用するには、「理解のための解析知識」から「活用するための解析知識（解析品質の理解）」が必要である（HPC応用研究会、2012）。スパコン活用に求められる人材とは、以下の3類型である。特に③は、専門分野にこだわらず、企業内で横断的な視野から提案できる人材を指す。

- ① ソフトウェアを開発できる人＝計算機科学分野の人材
- ② スパコンを使える人＝計算科学分野の人材
- ③ スパコンを活用できる人＝専門領域を超えて考えられる人材

製薬企業の幹部研究者は、「化学・物理・数学・計算機科学の専門分野を持つ研究者や企業人が、創薬にスパコンが活用できると考える学際的な『目利き』のできる創造的な人材の育成が不可欠であり、科学技術全体の教育においても、学際的な連携が必要」と警鐘を鳴らす。

米国で流体解析ソフトを開発・販売している企業のトップは、「オークリッジやアラモのスパコンセンターにはトレーニング機関が隣接しており、学生や若い企業人は一定のルールに従ってスパコンを利用できる。これが、新たなソフト開発に繋がっている。」と述べ、人材育成の重要性を述べている<sup>10)</sup>。

地元の大学も危機感を持っており、神戸大学は、「京」の1筐体を学内に設置して高度プログラム開発や並列化チューニングを行う、「ペタスケール・シミュレーション教育」プロジェクトを実施している。スパコンを利活用できる人材育成は、育成と活用の方が密接につながり、若い研究者が自由にスパコンに触れて研究できる「計算科学トレーニング機能」や、新たなアプリケーションを発表する「スパコン活用コンテスト」など、企業・大学や高等専門学校を含めた教育カリキュラムモデルの充実が求められる。なお、神戸大学では、2014年4月より「計算科学教育センター」を発足させ、HPCのスペシャリストや「計算科学ベンチャー」を育成している。

#### 4.9 シミュレーションクラスターの今後：むすびに代えて

現在、世界のスパコン開発競争は、ペタフロップスマシンから1クラス上のエクサフロップス（1秒間に10の18乗の演算能力）マシンの開発が始まっており、2020年頃には、「京」の100倍のエクサフロップススパコンが登場する予定である。

一方で、地域経済の振興の視点から見た場合、自治体は科学技術政策における演算性能競争に便乗していくのではなく、地元企業を含め、日本企業が産業競争力を強化するためのしくみ作りに注力する必要がある。スパコン環境整備の次の段階として、以下の関連ビジネスを確立することでシミュレーションクラスターが充実する。

- ① ビジュアルコミュニケーションと可視化ビジネス

計算結果の可視化は、企業や研究所での共通理解に必須のツールであり、スパコンの付帯施設としてその整備を進めている地域もある。例えば、米国ルイジアナ州では、スパコンに隣接して可視化センターLITE (Louisiana Immersive Technologies Enterprise) があり、VR (Virtual Reality : 仮想現実) や AR (Augmented Reality : 拡張現実) 技術の分野において可視化ビジネスが展開されている。

企業が研究開発プロジェクトを進めるにあたり、企画・設計、研究開発、営業部門など複数部門が、開発初期の段階から共通認識を有するために可視化する機会が増えている。このビジュアルコミュニケーションにより、修正や設計変更によるコスト増を防ぐ効果が期待され導入が進んでいる。わが国でもこのようなビジュアルアナリティクス(画像分析)分野のビジネスが拡充することで、それが HPC クラスターの構成要素となるべきである。

## ② データ蓄積・保存・検索ビジネス

並外れた大規模並列計算ができる「京」では、膨大な計算結果が排出される。計算科学研究センター (旧 AICS : 計算科学研究機構) では、データを一時的に保存する大容量ストレージを設置しているが、保存場所の容量不足が危惧されている。公的機関によるストレージは常に不足傾向にあるため、民間企業の先行投資によるストレージセンターの進出が望まれる。

以上①、②のビジネスは、「スパコンビジネス・バリューチェーン」の一環であり、計算解析、可視化、ストレージビジネスのインフラが整備されれば、神戸で HPC のワンストップサービスが可能となり、競争力が向上することが期待される。

K-BIC のシミュレーションクラスターは、97 年当初計画には無く、2007 年の誘致決定後に第 3 のクラスターとして形成されてきたものである。しかし、バイオとメディカルクラスターとの親和性が高く、医療機器設計・製造や計算創薬において技術であるシミュレーションクラスターは、これらのクラスターの発展を支援するに不可欠なインフラであり、今後もより高機能の計算資源の必要性は高まり続けると予測される。また、シミュレーションに代表される計算科学自体の発展を K-BIC がリードしていくことが期待されている。スパコン「京」が登場した以降、世界のスパコン開発は速さだけを競うのではなく、省電力と利便性を重視する時代に入っている。今後もスーパーコンピュータ開発競争は続くと予測される。

産業界でのシミュレーション利用が進むにつれて、スパコンに対する様々な要求が出てくる。スパコン産業利用団体である「スーパーコンピューティング技術産業応用協議会」では、以下の要望と提言をしている。

- ①ポスト「京」の早期利用および「京」からの円滑な移行に向けた支援環境
- ② (ポスト「京」) プロジェクト計画段階から運用フェーズに至るまでの産業界の更なる参画
- ③すでに産業界で広く利用されるアプリケーションの充実およびサポート体制の確立

④産業界のニーズに応える両環境（セキュリティ対応状況の公開、大規模データハンドリングの充実等）

これらのニーズはこれまで K-BIC が対応してきたものであり、今後も企業の規模の大小に関わらず、人材育成も含めたきめ細やかなスパコン利用の推進策を展開することが求められる。さらには、欧米アジアのスパコン先進国のように、大学や研究機関から多くの計算ベンチャーを輩出する政策の強化が必要であろう。

## 第5章 イノベーションプロセスにおける内部イノベーション能力 と ICT の役割に関する実証分析

### 5.1 はじめに

1990 年代初頭から進展した情報通信技術 (Information, Communication Technology: ICT) は経済構造を大きく変革し、既存の経済を情報経済 (Information economy)、さらには知識経済 (Knowledge-based economy) へと移行させた。500 年に一度の大変革という意味から「IT 革命」あるいは「情報革命」と呼称されている。IT が変革したのは、モノ作りの現場にとどまらず、サプライチェーンや流通機構、企業内での経営管理、これを含む経営・経済のあらゆる面に及んでいる。インターネットを代表とする ICT はこれまで経済に存在しないものであり、その出現により引き起こされた商品、サービス、ビジネスモデルは、すべてイノベーションと呼べるものである。パソコン、携帯電話、サーバ、ルータ、FTTH 等は新商品の事例であり、e-コマース、ネット通販、ウーバー等は新サービスに相当する。一方、Netscape、Yahoo、Google、Facebook、Amazon.com 等が作り出したものは、新しいビジネスモデルといえよう。

本博士論文が主題とするイノベーションに対しても、ICT は従来のイノベーションの形態を大きく変革している。その第 1 は、ICT に関するイノベーションの大部分は、中小企業、あるいは、ベンチャー企業がその担い手となったことである。それまでのイノベーションは、資金や R&D 要員を多く抱える大企業が組織的に行うものであった。しかし、IT 革命初期の担い手は、Bill Gates、Steven Jobs、William Hewllet、David Packard に代表される起業家 (entrepreneur) であった。彼らは、ICT に関するアイディア、技術を持つと共に、R&D チームを監督し、製品企画、開発、商業化、販売といったイノベーションの全過程で優れたアイディアや指導力を発揮した。ソフトウェアの開発には大きな生産設備は不要であり、アイディアとパソコンがあれば基本的に可能である。これが従来型の製造業でのイノベーションと異なる点である。

第 2 は、イノベーションの実施体制である。イノベーションに基本的に必要なものは最新の技術であり、それは大学の研究室にある。それをいち早く商品化することが求められる。商品化するのは民間企業であり、大学やその他の研究機関と企業との連携が求められるようになったことである。特に、IT 企業を輩出したカリフォルニア州のシリコンバレーやボストン近郊のルート 128 沿いでは、地域の大学、自治体、金融機関、法律事務所等が連携し、地域ぐるみでイノベーションを創発するようになった。

第 3 はイノベーション過程での ICT そのものの利活用である。ICT がイノベーションの生起に持つ効果は、例えば以下のように要約できる。

- (i) e コマース (e-commerce) 、さらにはブログ (blog) 、ツイッター (twitter) 、フェイスブック (Facebook) などの ICT を用いた SNS (Social Network Service) により、企業は消費者や市場に関する情報を収集することが出来る。
- (ii) 企業外部の顧客やサプライヤーとの受発注、クレーム、改善等はサプライチェーンを通じた EDI (electric data exchange) により、瞬時に効率よく行われる。この情報のやりとりを通じて、製品に改良が行われる。このような取引を通じてイノベーションに関する情報を交換するネットワークは取引経路 (transaction channel) と呼ばれ、企業外部からの関連情報を入手しやすくする。
- (iii) 企業内の情報ネットワークを構築することにより、R&D のチームメンバーや関連従業員との情報の共有化が図れ、意思決定が格段に早くなる。情報の共有化によって暗黙知 (Tacit knowledge) から形式知 (Explicit knowledge) へ転換が容易になる。(Polanyi, 1966 ; Nonaka and Takeuchi, 1996) 。つまり、情報からイノベーションへより効率的に転換されるのである。
- (iv) ICT を利用した並行エンジニアリング (Concurrent engineering) により、R&D プロセスを短縮する。R&D やその他イノベーションに関連する部門間をネットワーク化することにより、業務を同時並行的に遂行できるようになり製品開発期間が短縮できる。

以上のように、ICT はイノベーション過程自体を変革しているので、イノベーションの研究においても ICT の役割を取り込む必要がある。従来のイノベーション研究では、Cohen and Levintal (1990) や Zahra and George (2002) により構築されたイノベーション理論に立脚していて、吸収能力 (absorptive capacity) 、R&D (研究開発) 、オープンイノベーション (open innovation) などと、イノベーションを生み出す個々の要因にテーマが絞られていた。このアプローチには、それらの要因を深くかつ精緻に分析できるといった利点がある。その一方で、イノベーションをより広い視野と分析のフレームワークを基礎に、イノベーションを一つのプロセスとして研究するという点では十分ではない。イノベーションを多くの要因から構成されるプロセスとして、総合的に分析することも同様に重要である。本章では中小企業が、イノベーションの源泉である新しい情報やアイデアを獲得し、これを企業内に保有されている経営資源と統合するために R&D を組織し、実施し、最終的にイノベーションをどう実現するのか、またこのプロセスの中で ICT はどのような役割を果たすのか、これらの課題に解答を与えようとするものである。

従って本研究の RQ (Research question) は以下ようになる。中小企業のイノベーション過程において、

RQ1 : どのような要因がイノベーションに貢献しているのか

RQ2 : ICT はイノベーションを促進するのか



RQ3：ICT を含む要因間で、どれが原因でどれが結果か、因果関係を厳密な統計手法により明らかにする。

以上の分析のため本章では、2 つのモデルを構築する。これらの質問を念頭において、本章は以下のように構成されている。次節では、関連する文献サーベイを、第 5.3 節では検討すべき仮説を提示する。第 5.4 節では、アンケート調査の結果から分析に用いるデータを提示する。第 5.5 節では SEM による結果を示す。二つ目の ICT モデルとその推定結果は第 5.6 節で議論される。2 つのモデルの結果に関する議論は第 5.7 節で与えられ、最後の節では結論が述べられる。

## 5.2 先行研究

### 5.2.1 R&D プロセスとイノベーション

イノベーションに必要な新しい情報は、常に企業の外部で生成されると言われる (Chesbrough, 2003)。従って、企業はこのような情報をどのように獲得し活用するのが重要となる。Cohen and Levintal (1990) や Zahra and George (2002) は、この一連のイノベーションプロセスを、新しい情報を吸収し、それと企業が保有する経営資源と統合し、情報を知識や製品・サービスに転換し、市場に送り出すものと見なした。彼らは、一連のプロセスの中で特に吸収能力を強調し、それを潜在的能力と実現能力に分けた。Mariano and Pilar (2005) は、外部の当事者とのコミュニケーション、組織内のノウハウと経験、知識構造の多様性、戦略的ポジションを加えることで吸収能力の概念を拡大した。また、多くの専門家が様々な要因と吸収能力との因果関係を検討した (Lawson and Samson, 2001; Perdomo-Ortiz, Benito and Galende, 2009)。

イノベーションを推進するための重要な概念として R&D があるが、これに関してこれまで多様な研究が行われてきた。その理由は、R&D のリスクが高く、高い失敗率が経営学者の関心を高めてきたからである (Booz, Allen and Hamilton, 1982; Crawford, 1987; Cooper, 2001; Nadia, 2011)。そのような研究の中には、Crawford (1987, 1997)、Smith and Reinertsen (1998)、Cooper (2001)、Kahn (2013) など、多くのガイドブックや教科書が出版されてきた。一般的に、R&D プロセスは、アイディアの概念、商用アプリケーションの選択、開発、試作、および商業化 (Booz, Allen and Hamilton, 1982) のようなプロセスに分類されている。

これまでの R&D の研究は、主に組織論の観点から取り組まれてきた。すなわち、R&D 組織による新しい情報の獲得、メンバー間の情報の共有、情報の知識への変換、さらには暗黙知から形式知への転換等に焦点が当てられたのである。従って、R&D プロセスでは、企業外部から新しい情報を組み込む人物であるゲートキーパー (gatekeeper) と、取得した情報を知識に変換して組織のメンバーに伝達するトランスフォーマー (transformer) の 2

つの役割が重要とされる (Freeman, 1979; Tsuji et al. 2016)。また、情報がスムーズに伝達され、共有されるためには、R&D メンバー間の信頼性が必要である (Leven and Cross, 2004; Colquitt and Rodell, 2011)。R&D に関するこれらの議論の多くは、分析の成果としての R&D の成功または失敗を分析し、議論している。しかし本章では、このような R&D の本質的な議論ではなく、R&D をイノベーションの成否との関係を中心に分析するものである。

### 5.2.2 ICT 利用とイノベーション

現在の知識社会では、知識と情報に基づく継続的なイノベーションが特徴となっている。1990 年代に、米国の主要な企業は、事業プロセスの再構築 (Business Process Reengineering) のコンセプトのもと、事業の仕組みを大きく転換することに成功したが、その時に重要な役割を果たしたのは ICT である (Davenport and Short, 1990; Davenport, 1993; 1995)。ICT は、生産性や収益性の向上に寄与することから、企業では積極的な ICT 投資が行われてきた。これを裏付ける研究成果も存在する (Mahmood and Mann, 1993)。ICT 利用が生産性に及ぼす影響は、ICT 研究の目的の 1 つとなっていて、ICT は人的資本と組織を適切に管理することを通じて、企業の生産性を改善すると認識されている (Brynjolfsson and Hitt, 2000; Brynjolfsson and Saunders, 2009)。ICT が企業の生産性に与える効果に加えて、直接イノベーションやそれに関連する活動を促進することも広く議論されている。その中では、ICT はイノベーションを生起させるための tool と見なしている (Dogson et al., 2006; Lee and Xia, 2006; Spiezia, 2011; Idota et al., 2012)。情報化がより一層進展し、企業間のグローバル競争がより激しさを増している中、各企業とも ICT を活用して自らの競争優位性を確立するためイノベーションの創出に注力している (Fang et al., 2010; Syed-ikhshan and Rowland, 2004)。また、ICT の活用成功する企業の特徴としては、製品の開発・改善と同様に、そのプロセスでの ICT 化に力点をおいている (McAfee and Brynjolfsson, 2008)。このように ICT は革新のための効果的なツールと認識されているが、ICT の利用がイノベーション活動をどのように促進するのか、それが他の内部のイノベーション能力や R&D をどのように促進するのかについては、必ずしも十分に解明されているとはいえない。

イノベーションを実現するには、ナレッジマネジメントを活用することが有効と考えられており (Ologbo and Nor, 2015)、ICT はナレッジマネジメントを実践する上で重要な役割を果たしている (Nicolas and Acosta, 2010; Omona et al., 2010)。具体的には、ナレッジマネジメントは、(i) 知識の発見、(ii) 知識の捕獲、(iii) 知識の適用、(iv) 知識の共有の 4 つのセグメントで構成されている (Nicolas and Acosta, 2010; Ologbo and Nor, 2015)。ICT は、これらのプロセスをより効率的かつ効果的に可能にするものである。(i)、(ii) の例としては、SNS、Twitter、ブログなどのソーシャルメディアが、消費者のニーズや市場の情報を入手して新しい商品やサービスを開発し、マーケティングを促進してイノベーション

につなげる典型的な例である。特に、自動車、パソコン、携帯電話、交通、金融などの産業では、幅広くソーシャルメディアが利用されるようになった。Rodriquez et al. (2012) は、企業が新しい市場セグメントと長期的なポジショニングを確立するために、消費者から学ぶことが有益であり、販売プロセスとその結果の両方にソーシャルメディアの使用が積極的に影響することを明確にしている。例えば、ソーシャルメディアにおける発言（つぶやき）は、潜在顧客の発見、売上の向上、ブランドイメージの改善を図るための重要な CRM (Customer Relationship Management) の手段となる (Malthouse et al. 2103; Lou et al. 2012)。(iii) と (iv) の例としては、ICT は企業内のメンバーが情報と知識を統合し、広げ、共有することを可能にする。ICT を活用することによって、得られた知識や経験をメンバーに効率的に伝え、かつ有機的に連携することが可能となる (Petiz et al., 2015)。

このように、個人または組織において ICT を活用することで、これまでの経験、技術蓄積が容易になるとともに、それに新たなアイデアを加味することにより、イノベーションの創出が実現されやすくなるのである。その企業内部での役割に加えて、外部との連携にも可能になっている。特に、オープンイノベーションでは、ICT の活用を組織内に留まらず、外部との関係構築にも拡張し、イノベーション創出に取り組まれている。

### 5.3 仮説の設定

最初のモデルで検証されるべき仮説を以下に示そう。まず、イノベーションの主体として、高い技術能力を有する中小企業のオーナー自身やトップマネジメント（経営陣）が挙げられる。これらが直接的にイノベーションを生起させるのである。この例として、創業時の Microsoft の Bill Gates や Apple の Steven Jobs、Hewlett-Packard 社の William Hewlett や Davis Packard 等が該当する。このようなオーナーは、企業内のイノベーション関連組織を束ね、かつリーダーシップを発揮する。この場合、彼らは強権的な独裁力を発揮するといより、組織のリーダーとして、組織や人材を育成し、部門間やメンバーと組織を調整できる資質を持っていることが多い (Greenleaf, 1977)。以上から、オーナー自身やトップマネジメントに関して、次の 3 つの仮説を設ける。

**H1：** トップマネジメントはイノベーションを創出する

**H2：** トップマネジメントは R&D をリードし、R&D の組織体制や運用・実施に影響を与える

**H3：** トップマネジメントは内部イノベーション力を高める

本章では、中小企業はイノベーションの源泉となるアイデアや、市場、技術、消費者等に関する情報を、企業外の組織から入手すると仮定する。つまり、Chesbrough (2003) が指摘するようにそのような情報は中小企業の外部に存在し、中小企業はそれを獲得する必要がある。本章では、イノベーションに関する情報を入手する相手を外部リンケージ

(external linkage)、またそれらとのつながりをチャンネル (channel) と呼称する。本章では、外部リンケージとチャンネルに、2 つのカテゴリーを設ける。それが取引リンケージ、取引チャンネル (transaction channel) と、知的リンケージ、知的チャンネル (intellectual channel) である。前者は、中小企業の売り手や買い手といった外部企業から、取引を通じて獲得することである。買い手の要望やクレーム等を企業内で解消することを通じて、新たな商品や改良された商品が提供できるようになる。あるいは新技術の情報を取引相手から得ることができる。もう一つのチャンネルは、大学の研究室や地域の公的な研究機関、例えば公設試験場から、イノベーションに関する情報を取得することを意味する。

以上の 2 つのチャンネルに関して、以下の仮説を設ける。

**H4：**取引経路は中小企業の内部イノベーション力を高める

**H5：**取引経路は中小企業の R&D を促す

**H6：**知的経路は中小企業の内部イノベーション力を高める

**H7：**知的経路は中小企業の R&D を促す

次に、社内のイノベーション能力 (internal innovation capacity) と R&D の成果を取り入れて、外部リンケージからの情報が内部イノベーション能力を高め、結果として R&D が刺激されると想定し、以下の仮説を設ける。

**H8：**内部イノベーション能力は R&D を促進する

**H9：**R&D はイノベーションを高める

最後に、上記の仮説を統合して、外部リンケージの役割に関する仮説を述べる

**H10：**外部リンケージは中小企業のイノベーションを促進する

次章では、これらの仮説を検証するためのモデルを構築する。

## 5.4 データと分析モデル

### 5.4.1 アンケート調査

このモデルは、2012 年 2 月に実施された調査に基づいている。サンプルは帝国データバンクのリストから、製造業、建設業、情報通信業、サービス業から 3,959 社を抽出した。選択した基準として、以下の条件を満たすこととした。(i) 非上場、(ii) 従業員数が 20 人以上、(iii) 最近 3 年間で 1 年半のプラスの利益を上げ、(iv) 売上高が増加している。これらの制約を設けた理由は、分析に用いるサンプル数を適切な数になるようにするためである。有効回答数は 647 で、回答率は 16.2% である。基本統計量は表 5.1 に示される<sup>1)</sup>。推定に当たっては IBM SPSS Amos v. 24.0 を用いた。

表 5.1 基本統計量

目的変数						
イノベーション III. (1), (3)		N	Min	Max	%	
1. プロダクト・イノベーションの有無	637	0	1	67.0		
2. プロセス・イノベーションの有無	637	0	1	49.0		
説明変数						
トップマネジメント II. (1-1)		N	Min	Max	Me	Q
1. 経営陣は短期的な利益を追求	632	1	5	3	1	
2. ニッチ市場に特化したマネジメント	607	1	5	3	1	
3. 従業員の能力は仕事の変化によって決定	629	1	5	3	1	
4. 従業員に対する経営陣のオープンな成果	642	1	5	4	0.5	
5. 従業員の達成目標を提案し、その結果を報酬に反映	642	1	5	4	0.5	
6. 特殊技術と製品に特化したマネジメント	643	1	5	4	0.5	
7. トップマネージャーが自発的にアイディアを示し、新しいビジネスを決定	641	1	5	4	0.5	
8. トップマネージャーが新しいビジネスを行うためにリードする	641	1	5	4	1	
外部リンクージ IV. (2)						
知的チャンネル		N	Min	Max	%	
大学	647	0	1	0.4		
公的研究機関	646	0	1	0.5		
取引チャンネル		N	Min	Max	Me	
仕入先（サプライヤー）	647	0	2	1		
販売先（顧客）	647	0	2	1		
技術（内部イノベーション能力） III. (1)		N	Min	Max	Me	Q
4. 他の企業のための自社の技術を積極的に提供	627	1	5	3	1	
5. 他社から技術提案を受けている	624	1	5	3	1	
6. 自社と他社の製品データと技術データの分析	624	1	5	3	1	
7. パートナーの強みを理解し、互いの強みの分野で協力する	627	1	5	4	0.5	
I.(3).3 中核となる独自の技術力，研究開発力	640	1	5	4	0.5	
	N	Min	Max	Av	S.D.	
VIII.10 特許数（過去5年間）	523	0	59	1.50	5.21	
R&D 組織（自律性） II. (1-2)		N	Min	Max	Me	Q
1. 意思決定が迅速	607	1	5	4	0.5	
2. 研究開発部門に責任と権限を付与	606	1	5	4	0.5	
3. チームメンバー同士で自由に話し合う	606	1	5	4	0.5	
5. R&D メンバー間の競争	606	1	5	3	1	
6. R&D メンバーは内部および外部から採用	604	1	5	2	1.5	
8. 新しい製品とサービス開発について、部門を超えて議論	606	1	5	3	1	
9. 優先順位に基づいて予算を割り当てる	605	1	5	3	1	
10. 研究開発でのインセンティブおよび表彰制度	606	1	5	3	1	
R&D 実施（方向性） II. (1-2)		N	Max	Min	Me	Q
1. 新製品とサービスのアイディアは企業内で生まれる	627	1	5	3	1	
2. 基礎的研究と製品開発の研究が連携されている	625	1	5	3	0.5	
3. 研究開発が製品化・サービス化に結びついている	625	1	5	3	1	
4. 自社の技術を積極的に外部に提供している	627	1	5	3	1	
5. 他社から技術的な提案を受けている	624	1	5	3	1	



6. 自社や競合他社の製品と技術の両方のデータを分析	626	1	5	3	1	
7. 連携企業とお互いが強みを持つ分野で協力	627	1	5	4	0.5	
8. 中心事業に集中し、他の事業はアウトソーシング	625	1	5	3	1	
9. 幅広い市場でなく、いくつかの市場に絞り込む	624	1	5	4	0.5	
10. 新製品のアイディアは、顧客から得たものが多い	628	1	5	3	1	
ICT 利活用 VI. (4)		N	Max	Min	Me	Q
2. ICT は製品の広告をサポートする	612	1	5	3	1	
3. ICT は意思決定のスピードを速める	615	1	5	3	0.5	
4. ICT は新製品の開発期間を短縮する	601	1	5	3	0.5	
5. ICT は新製品およびサービス開発数を増加させる	601	1	5	3	0.5	
6. ICT は消費者のニーズを容易に獲得する	608	1	5	3	0.5	
企業属性 VIII.		N	Max	Min	Av	S.D.
1. 営業開始年	626	1854	2011	1969	23.30	
2. 資本金 (Log)	638	2.3	11.1	7.85	1.02	
3. 従業員数	621	1	600	50.6	51.40	
10. 保有する特許数 (直近 5 年間)	523	0	59	1.50	5.21	
12. 販売高に占める R&D 投資の割合	478	0	70	2.60	5.20	

注：質問に対する回答の度数分布は、本文での質問に関する説明の箇所で記述した。

#### 5.4.2 変数の構築

##### (1) 目的変数：イノベーションの生起

アンケートから得られたイノベーションの実現を目的変数として取り上げる。すなわち、2006～2010 年にイノベーションを達成したかどうかについて回答企業に質問した。特に QII の (1) は当該企業が市場に新製品やサービスを供給したかどうか、また (3) では、新しい生産方法や新しいマーケティング方法を導入したかどうかについて質問した。前者はプロダクトイノベーションに、後者はプロセスイノベーションに相当する。「いいえ」と回答した場合は「0」を、「はい」と回答した場合は「1」をとる変数とした。回答企業の中で、3 分の 2 以上がプロダクトイノベーションを、半数近くがプロセスイノベーションを実現したと回答した。次に、分析のための説明変数の設定を説明する。

##### (2) トップマネジメント

トップマネジメントの能力は直接観察できない。そこで、この能力の性質に関する質問を 8 つ準備した。各質問には、1 から 5 までのリッカートスケールで回答してもらった。以下がその質問である。

- QI.1： 経営陣は短期的な利益を求める
- QI.2： ニッチ市場に特化したマネジメント
- QI.3： 人事異動により、従業員の能力向上を目指す
- QI.4： 経営成績の従業員への公表



QI.5： 従業員に目標を与え、達成状況により処遇する

QI.6： 特殊技術と製品に特化したマネジメント

QI.7： 新規事業は、トップマネジメントがアイディアを示す

QI.8： トップマネジメントが新規ビジネスを陣頭指揮する

この質問に対する回答度数は表 5.2 で示されている。

表 5.2 トップマネジメントの回答度数

質問		1	2	3	4	5
I. 1. 経営陣は短期的な利益を追求		76	175	185	165	31
	%	11.7	27.8	29.3	25.5	4.8
I. 2. ニッチ市場に特化したマネジメント		64	118	151	173	101
	%	9.9	18.2	23.3	26.7	15.6
I. 3. 従業員の能力は仕事の変化によって決定		35	149	161	223	61
	%	5.4	23.0	24.9	34.5	9.4
I. 4. 従業員に対する経営陣のオープンな成果		17	45	72	228	280
	%	2.6	7.0	11.1	35.2	43.3
I. 5. 従業員の達成目標を提案し、その結果を報酬に反映		13	59	123	308	139
	%	2.0	9.1	19.0	47.6	21.5
I. 6. 特殊技術と製品に特化したマネジメント		35	90	125	244	149
	%	5.4	13.9	19.3	37.7	23.0
I. 7. トップマネージャーが自発的にアイディアを示し、新しいビジネスを決定		14	57	177	244	149
	%	2.2	8.8	27.4	37.7	23.0
I. 8. トップマネージャーが新しいビジネスを行うためにリードする		11	44	139	258	189
	%	1.7	6.8	21.5	39.9	29.2

これらのすべての質問を用いて因子分析を行った。バリマックス回転の後の結果を表 5.3 に示す。第 1 因子として「QI.7:新規事業は、トップマネジメントがアイディアを示す」「QI.8: トップマネジメントが新規ビジネスを陣頭指揮する」が抽出された。この 2 つの観測変数から構成される潜在変数 (latent variable) を「トップマネジメント」と呼ぶ。この潜在変数を構成する 2 つの観測変数 (observable variable) は、実地調査の結果と一致する。QI.7 と QI.8 に対する回答の平均値はそれぞれ 3.71 と 3.89 であり、平均 3 よりも大きくなっている。

表 5.3 トップマネジメントの要因分析

観察変数	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	共通性
I. 7. トップマネジメントがアイデアを示し、新しいビジネスを決定	<b>0.897</b>	0.064	-0.006	0.137	0.828
I. 8. トップマネジメントが新規ビジネスを陣頭指揮	<b>0.796</b>	0.097	0.012	0.162	0.669
I. 5. 従業員に目標を与え、達成状況により処遇	0.111	0.993	-0.012	0.010	0.999
I. 4. 経営成績の従業員へ公表	0.004	0.445	-0.035	0.177	0.230
I. 3. 人事異動により、従業員の能力向上を目指す	0.070	0.333	0.035	0.179	0.149
I. 1. 経営陣は短期的な利益を求める	0.003	-0.010	0.999	0.014	0.999
I. 2. ニッチ市場に特化したマネジメント	0.087	0.137	0.034	0.688	0.502
I. 6. 特殊技術と製品に特化したマネジメント	0.256	0.252	-0.012	0.573	0.459
Variance	1.529	1.391	1.004	0.911	
Proportion	19.115	17.386	12.549	11.385	
Cumulative	19.115	36.501	49.050	60.435	

### (3) 外部リンケージ

質問票の QIV. (1) において、「貴社では新商品・サービスの開発など、イノベーションにつながる情報をどこから入手されていますか」と、企業、団体、大学等を挙げ、その重要度に応じて第 3 位まで挙げるように求めている。しかし、この設問に対する回答数が多くなかったため、求めている順位の第 1 から第 3 位までに挙げられているかどうかにより、以下のように外部リンケージの潜在変数と観測変数を作成した。知的経路については、大学と公的研究機関の潜在変数からなり、「IV. (1). 9. 地域内の大学」と「IV. (1). 10. 地域外の大学」が第 3 位までに挙げられていたら「1」を、また一つも挙げられていなければ「0」とした。同様に「IV. (1). 1.1. 地域の公設試験研究機関」が第 3 順位までに挙げられていた場合は「1」を、挙げられていない場合を「0」を取るようにした。取引経路については、仕入先（サプライヤー）と販売先（顧客）の 2 つの潜在変数を設けた。仕入先については、「IV. (1). 1. 地域内の仕入先」か「IV. (1). 2. 地域外の仕入先」のいずれか 1 つでも第 3 順位に挙げられていた場合は「1」と、その 2 つ共が順位に挙げられていた場合は「2」とした。また、順位に挙げられていない場合は「0」とした。販売先（顧客）も同様に、0, 1, 2 を取るようにした。アンケートの回答結果から、これら 3 の度数は表 5.4 のようになった。

表 5.4 外部リンケージの回答度数

イノベーションにつながる 情報の入手先		0	1	2
仕入先		115	133	51
	%	17.8	20.6	7.9
販売先		97	141	60
	%	15.0	21.8	9.3

以上の質問の回答は直接観測できるので、因子分析によらずに、直接用いることとした。

#### (4) 内部イノベーション能力

##### (i) 技術

筆者らのこれまでの研究では、内部イノベーション力として、特許取得数や生産設備の性能等の技術水準、技術者の学歴、資格等の人材、組織風土、経営者のリーダーシップを用いてきた (Tsuji et al. 2013a, 2016 ; Shigeno et al. 2017) 。分析に用いたアンケート調査からは、これらのような潜在変数を抽出するほどの回答数は得られなかった。しかし、企業の特性としての質問 III. (1) 「新商品。新サービスの開発に関する次の事柄は貴社にどの程度当てはまるか」で聞いた質問が、内部イノベーション力に関係すると思われた。因子分析に当たっては、後述する R&D 実施と質問事項が重複したため、ここでは技術に関する質問に限定した (前掲表 5.1 参照) 。これらに加えて、別の質問項目から QVIII. 「( 10) 特許保有数」と、企業の強みに関する質問 QI. (3) の中での「3. 中核となる独自の技術力・R&D 力がある」を加えて、因子分析を行った。

- QIII.(1).4. 他社に技術を積極的に提供
- QIII.(1).5. 他社から技術提案を受けたことがある
- QIII.(1).6. 自社や競合他社の製品・技術のデータを分析
- QIII.(1).7. 連携企業とお互いが強みを持つ分野で協力

技術に関連する以下の他の質問も加えた。

- QI.(3).3 独自の技術力・R&D 力を持つ
- QIII.(10) 特許保有数 (5 年間)

以上の質問の度数は表 5.5 で示されている。

表 5.5 技術に関する質問の度数

	1	2	3	4	5
III.1.4. 他の企業のために自社の技術を積極的に提供	107	131	222	127	40
%	17.1	20.9	35.4	20.3	6.4
III.1.5. 他社から技術提案を受けている	102	135	199	167	21
%	15.8	20.9	30.8	25.8	3.2
III.1.6. 自社と他社の製品データと技術データの分析	70	134	213	169	38
%	11.2	21.5	34.1	27.1	6.1
III.1.7. パートナーの強みを理解し、互いの強みの分野 で協力する	51	64	175	251	86
%	7.9	9.9	27.0	38.8	13.3
I.3.3 独自の技術力・開発力を持つ	15	56	201	280	88
%	2.3	8.7	31.1	43.3	13.6

最尤法を用い、バリマックス回転後の因子分析の結果は表 5.6 に示されている。

表 5.6 内部イノベーション能力（技術）の要因分析

観察変数	因子 1	因子 2	共通性
III.1.5. 他企業から技術的提案を受けたことがある	<b>0.849</b>	-0.258	0.598
III.1.7. 連携企業とお互いが強みを持つ分野で協力	<b>0.545</b>	0.185	0.418
III.1.4. 他社に技術を積極的に提供	<b>0.488</b>	0.179	0.346
III.1.6. 自社や競合他社の製品・技術のデータを分析	0.188	0.553	0.431
I.3.3 独自の技術力・開発力を持つ	-0.044	0.446	0.316
VIII.10 特許保有数（直近 5 年間）	-0.084	0.375	0.121
Variance	1.616	0.613	
Proportion	26.938	10.220	
Cumulative	26.938	37.158	

因子分析の結果、第 1 因子が有意となったが、3 番目の「4. 自社の技術を積極的に外部に提供」は、因子得点が 0.5 に達しなかったので除外した。従って、「5. 他社から技術的な提案を受けている」「7. 連携企業とお互いが強みを持つ分野で協力」との 2 つの観測変数から抽出された内部イノベーション力を示す潜在変数を、「技術」と名付ける。これらの変数から、企業が特許数や従業員の技術的資格といった直接的な技術力ではないが、回答企業は取引相手から信頼を受け、協力できる程の技術力を保有していると解釈できる。最も高い因子負荷量をもつ「他社から技術的な提案を受けている」からは、中小企業が取引相手である大企業に供給する部品や製品に関して、新商品や品質向上・改良等で共同開発を行っている可能性を示唆するものである。

## (ii) R&D の特徴 1

R&D に関しては、質問 III. (2) 「商品開発に関する事項で貴社にどの程度当てはまりますか」において R&D の特徴を聞いている。質問 QIII (2)で、次の項目がどれくらい回答企業に当てはまるかについて聞いている。質問項目は次の通りである。

QIII.2.1：意思決定がスピーディーである

QIII.2.2：研究開発部門に責任と権限を与える

QIII.2.3：メンバーが意見を出し、積極的に議論をする

QIII.2.4：R&D メンバー内で競争させる

QIII.2.5：社外から R&D メンバーを採用

QIII.2.6：部署を超えて新製品・新サービスの開発を検討する場がある

QIII.2.7：優先順位に基づいて予算を割り当てる

QIII.2.8：R&D での報奨金や表彰制度がある

以上の設問に関する回答の度数は表 5.7 で示されている。

表 5.7 R&D の特徴 1 の回答度数

		1	2	3	4	5
III.2.1. 意思決定のスピードが早い		46	48	145	241	127
	%	7.1	7.4	22.4	37.2	19.6
III.2.2. 研究開発部門に責任と権限を付与		49	46	145	270	96
	%	7.6	7.1	22.4	41.7	14.8
III.2.3. メンバーが意見を出し、積極的に議論をする		48	60	193	235	70
	%	7.4	9.3	29.8	36.3	10.8
III.2.5. R&D メンバー間の競争		97	140	272	80	17
	%	15.0	21.6	42.0	12.4	2.6
III.2.6. R&D メンバーは内部および外部から採用		265	151	114	63	11
	%	41.0	23.3	17.6	9.7	1.7
III.2.8. 新しい製品とサービス開発について、部門を超えて議論		92	98	175	181	60
	%	14.2	15.1	27.0	28.0	9.3
III.2.9. 優先順位に基づいて予算を割り当てる		111	103	235	125	31
	%	17.2	15.9	36.3	19.3	4.8
III.2.10. R&D での報奨金や表彰制度がある		174	125	142	117	48
	%	26.9	19.3	21.9	18.1	7.4

以上の 8 つの質問について因子分析を適用した。その結果は表 5.8 に示されている。抽出された第 1 因子は、QIII.2.1 の意思決定の迅速性、QIII.2.2：R&D 部門に責任と権限を与える、QIII.2.3 のメンバーが意見を出し積極的に議論をする、これらの 3 つの観測変数から構成されている。特に、質問 2.2 は、R&D 部門の分権と自治に関連している。現地調査からでも、意思決定のスピードは中小企業のメリットであることを聞いた。これらの観察から、この潜在変数は「R&D 組織（自律性：autonomy）」、あるいは単に「R&D 組織」と

呼ぶ。次節以降での SEM 分析では、この潜在変数と観測変数を用いて推定を行う。

Argyres and Silverman (2004) と Lerner and Wulf (2007) は、R&D 組織の集権化は、効率的な配分の面でイノベーションにより効果を与えると主張している。しかし、ここでの結果は、これに反して R&D を活性化させる変数として自律性を見出ている。「QIII.2.3 : メンバーが意見を出し、積極的に議論をする」というのは、情報と知識の普及過程でのメンバー間の相互理解と信頼が基礎となっていて、信頼性は R&D のもう一つの重要な性質となっている (Szulanski et al., 2004)。Cappetta and Jensen (2000), Leven and Cross (2004), Colquitt and Rodell (2011) などともこれを支持している。

表 5.8 R&D 組織の自律性に関する因子分析

観測変数	因子 1	因子 2	共通性
III.2.1. 意思決定のスピードが早い	<b>0.968</b>	-0.194	0.680
III.2.2. 研究開発部門に責任と権限を付与	<b>0.956</b>	-0.056	0.832
III.2.3. メンバーが意見を出し、積極的に議論をする	<b>0.633</b>	0.330	0.838
III.2.6. 部署を超えて新製品・新サービスの開発を検討する場がある	0.141	0.626	0.550
III.2.5. 社外から R&D メンバーを採用	-0.154	0.544	0.187
III.2.4. R&D メンバー間の競争	0.026	0.653	0.453
III.2.9 優先順位に基づいて予算を割り当てる	0.101	0.654	0.654
III.2.10. R&D での報奨金や表彰制度がある	-0.042	0.577	0.297
Variance	4.663	0.502	
Proportion	51.816	5.574	
Cumulative	51.816	57.391	

### (iii) R&D の特徴 2

R&D に関するもう一つの質問は、III. (1) 「新製品・新サービス開発への取組」の中でも設けている。そこでの質問 10 個は以下の通りである。

- QIII.1.1 : 新製品とサービスのアイディアは企業内で生まれる
- QIII.1.2 : 基礎的研究と製品開発研究とが連携されている
- QIII.1.3 : 研究開発が製品化・サービス化に結びついている
- QIII.1.4 : 自社の技術を積極的に外部に提供している
- QIII.1.5 : 他社から技術的な提案を受けている
- QIII.1.6 : 自社や競合他社の製品と技術の両方のデータを分析している
- QIII.1.7 : 連携企業とお互いが強みを持つ分野で協力
- QIII.1.8 : 中核事業に集中、それ以外の事業はアウトソーシングしている
- QIII.1.9 : 幅広い市場でなく、いくつかの市場に絞っている
- QIII.1.10 : アイディアは顧客から得たものが多い



以上の質問の回答度数は表 5.9 で示されている。

表 5.9 R&D の特徴 2 に関する質問の度数

		1	2	3	4	5
III.1.1. 新製品とサービスのアイデアはしばしば 企業内に生まれる	%	57 8.8	123 19.0	194 30.0	181 28.0	72 11.1
III.1.2. 基礎研究と研究開発が調整されている。	%	105 16.2	153 23.6	213 32.9	122 18.9	32 4.9
III.1.3. 研究開発が製品化・サービス化に結びついている	%	105 16.2	121 18.7	194 30.0	164 25.3	41 6.3
III.1.4. 自社の技術を積極的に外部に提供している	%	107 17.1	131 20.9	222 35.4	127 20.3	40 6.4
III.1.5. 他社の技術的提案を受け入れる	%	102 15.8	135 20.9	199 30.8	167 25.8	21 3.2
III.1.6. 自社や競合他社の製品・技術の両方のデータを分析	%	70 11.2	134 21.5	213 34.1	169 27.1	38 6.1
III.1.7. 連携企業とお互いが強みを持つ分野で協力	%	51 7.9	64 9.9	175 27.0	251 38.8	86 13.3
III.1.8. 主な事業に集中し、他の事業はアウトソーシング	%	73 11.3	150 23.2	201 31.1	151 23.3	50 7.7
III.1.9. 幅広い市場でなく、いくつかの市場に絞り込む	%	48 7.4	87 13.4	162 25.0	227 35.1	102 15.8
III.1.10. アイディアは顧客から得たものが多い	%	65 10.0	104 16.1	247 38.2	163 25.2	49 7.6

因子分析の結果は表 5.10 に要約されている。第 1 因子として、QIII.1.3 : R&D は新製品とサービスに直接つながっている、QIII.1.2 : 基礎研究と研究開発が調整されている、QIII.1.1 : 新製品とサービスのアイデアはしばしば企業内で創り出されている、これら 3 つが抽出された。これらから構成される潜在変数は、製品化への R&D の方向性やそれに向けた実施 (implementation) の特徴や結果と関連しているので、「R&D 実施 (方向性 : orientation)」と名付ける。この潜在変数は、R&D の実施体制や目標設定がイノベーションを生むものになっているかどうかを示すものである。R&D 過程での研究部門と事業部門の統合は早くから指摘されている経営戦略上の重要課題であり、先行研究で取り上げられている (例えば、Leonard-Barton, 1988; Iansiti, 1998)。また質問 1 で聞いているような創造的な取組みを生む職場環境や風土に関しても、アンケート調査やそれに基づく研究の蓄積も多い (Sundgren et al, 2005)。

表 5.10 R&amp;D 実施（方向性）に関する要因分析

観察変数	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	共通 性
III.1.3. 研究開発が製品化に結びついている	<b>0.878</b>	0.163	0.209	0.052	0.092	0.122
III.1.2. 基礎的研究と製品開発研究とが連携	<b>0.840</b>	0.138	0.245	0.103	0.044	0.176
III.1.1. 新製品とサービスのアイディアは企業内で生まれる	<b>0.571</b>	0.114	0.218	0.088	0.162	0.565
III.1.4. 自社の技術を積極的に外部に提供する	0.173	<b>0.970</b>	0.125	0.104	0.027	0.000
III.1.6. 自社・競合他社の製品・技術データを分析	0.302	0.135	<b>0.936</b>	0.084	0.079	0.000
III.1.5. 他社から技術的な提案を受けている	0.100	0.345	0.085	<b>0.537</b>	0.046	0.570
III.1.7. 連携企業とお互いが強みを持つ分野で協力	0.111	0.249	0.299	<b>0.553</b>	0.158	0.504
III.1.9. 市場を絞り込んでいる	0.154	0.024	0.152	0.087	<b>0.674</b>	0.490
III.1.8. 中核事業に集中、それ以外はアウトソーシング	0.181	0.157	0.117	0.355	0.339	0.671
III.1.10. アイディアは顧客から得たものが多い	0.178	0.122	0.133	0.168	0.358	0.760
Variance	2.037	1.241	1.107	0.797	0.770	
Proportion	0.331	0.202	0.194	0.128	0.125	
Cumulative	0.331	0.533	0.728	0.858	0.983	

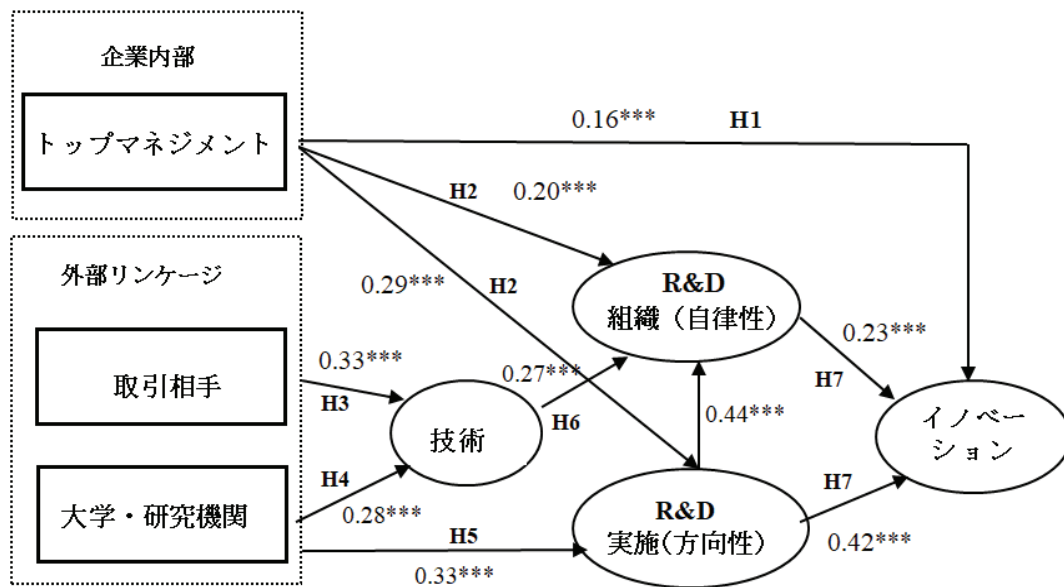
## 5.5 SEM による R&D モデルの推定

ここでは内部イノベーション能力として技術と R&D を用いて、イノベーション過程を分析する。このモデルでは、中小企業のイノベーションプロセスのより詳細な分析につながる技術と R&D の 2 つのサブプロセスが含まれている。SEM から得られたパス図を図 5.1 に、直接効果の推定結果を表 5.6 にまとめた。また、モデルの適合性は表 5.7 で示されている。

### 5.5.1 パス図と標準化直接効果

R&D モデルは、潜在変数である「技術」は、外部リンケージと連携するための要素である技術力である。すでに説明したように、中小企業が十分な技術力を持たない場合、親企業は下請けとして受け入れることしない。潜在変数のすべての定義と内容は既に説明されているので、残りの問題は潜在変数間の因果関係にある。つまり、どの変数が原因であり、どの変数が結果であるかを特定する必要がある。標準化された直接効果のパス図と推定結果をそれぞれ図 5.1 と表 5.11 に示す。

最初に、R&D モデルのパス図は、以下の興味深い結果を示している。



注：\*\*\*は 1%の有意水準を示す。

図 5.1 R&D モデルのパス図

#### (i) トップマネジメント

トップマネジメントから潜在変数である R&D へ 2 本のパスと、イノベーションへの 1 つのパスが有意として抽出された。これは、トップマネジメントが R&D モデルにおいて不可欠な役割を果たしていることを意味する。また、これらのパスはトップマネジメントが指導するイノベーションのタイプであることを示している。ただし、トップマネジメントから技術への有意なパスが見いだせなかったが、このタイプのイノベーションでは、オーナーはエンジニアでもあり、高い技術力を持ち、それでイノベーションに直接貢献しているからと思われる。

#### (ii) 取引チャンネル

取引相手から「R&D 組織（自律性）」へと有意なパスが見出せたが、その一方で「R&D 実施（方向性）」には有意なパスは抽出されなかった。この理由としては、サプライチェーンに基づく取引チャンネルを通じては、R&D チームの構築や組織に関する具体的な情報が中小企業に移転されることを意味する。例えば自動車産業では、自動車メーカーが部品供給社に R&D 部門の編成にアドバイスしていることが挙げられる。しかし、R&D の中身やその方向性については、親企業は系列中小企業に対してコミットしていないのではないかと推測される。

#### (iii) 知的チャンネル

大学・研究機関からは、潜在変数の「技術」と「R&D 実施（方向性）」に有意なパスが見出せた。取引チャンネルとは異なり、知的チャンネルを通じて大学の研究室が保有する最先端技術に関する情報は中小企業の技術水準を高め、それと共に「R&D 実施（方向性）」にも直接的に影響するのである。つまり、中小企業は技術力を高めると同時に、今後の R&D の方向性までを大学の研究室から学ぶことができるのである。さらに、大学・研究機関からのパスは、「技術」を介して「R&D 組織（自律性）」を間接的に高める効果をもたらす。これは、技術のレベルによって R&D 組織が決定される、言い換えれば、技術水準が高いほど、より高度な R&D を追求する組織が確立されることを示しているといえよう。

### 5.5.2 因果関係

以上の SEM による結果から、技術はすべての他の潜在変数と比較して最初に位置することが分かった。これは、中小企業が外部リンクと接続するためには、まず技術が必要であることを示している。R&D に関して特色を持っているからといって、大企業と取引を開始できるのではない。技術水準の高さこそが、大企業とつながる要因となっている。因果関係はその逆ではない。これらは、筆者らの以前の研究結果と同一であり（Tsuji et al, 2013）、また現地調査の結果と一致している（Tsuji et al., 2017）。

表 5.11 （標準化）直接効果（R&D モデル）

From	To	標準化係数	SE	t-値	p-値
トップマネジメント	R&D 組織	0.204***	0.047	4.951	0.001
トップマネジメント	R&D 実施	0.285***	0.040	6.074	0.001
トップマネジメント	イノベーション	0.158***	0.021	3.060	0.002
取引パートナー	技術	0.334***	0.288	2.735	0.006
大学/公的研究機関	技術	0.278***	0.744	3.170	0.002
大学/公的研究機関	R&D 実施	0.331***	0.618	3.583	0.001
技術	R&D 組織	0.270***	0.059	4.766	0.001
R&D 組織	イノベーション	0.228***	0.020	3.896	0.001
R&D 実施	研究開発体制	0.442***	0.060	9.773	0.001
R&D 実施	イノベーション	0.418***	0.029	6.751	0.001

注：\*\*\*は 1% の有意水準を示す。

### 5.6 モデルの適合性

SEM モデルの適合性は、GFI (goodness-of-fit index : 適合度指数) および AGFI (adjusted goodness-of-fit index : 調整済適合度指数) によって決定される。GFI と AGFI は回帰分析の決定係数と同じ役割を果たすが、両者とも 0 と 1 の間でかつ 0.9 以上、さらに GFI > AGFI であれば適合性が見たされたとされる。表 5.12 から、この基準は満たされているこ

とが分かる。CFI (comparative fit index : 比較適合指数) は 0 と 1 の間でしかも 0.9 以上が必要であり、これも表 5.7 から満たされていることが分かる。自由度の量で表現されたモデルの推定分布と実際の分布との相違を表す指標である RMSEA (root mean square error of approximation) は 0.10 以下が求められるが、これも満たされている。以上、本モデルは必要な検定量を満たしていて、モデルは適切であることが示された。

表 5.12 R&D モデルのフィットネス

$\chi^2$ 値	自由度	p 値	GFI	AGFI	CFI	RMSEA	AIC
300.912	94	0.000	0.946	0.922	0.943	0.058	384.912

## 5.7 仮説の検証

表 5.13 は、標準化された総合効果を示しているが、関連するすべてのパスが正で有意であることを示している。有意となったパスは、図 5.2 の中では実線で記載してある。まず、アイディアの源泉としての経営者からは他の 3 つの潜在変数に対して 3 本のパスが抽出され、いずれも有意となった。これから、経営者は R&D 組織、R&D 実施、さらには最終アウトカムのイノベーションに対して正で有意な影響を与えることが分かる。つまり、経営者は新規事業に対してリーダーシップを発揮して、R&D を推進し、イノベーションを促している。これにより、仮説 **H1** と **H2** が支持された。

次に取引相手から R&D 組織に対して、また大学・公的研究機関から R&D 実施に対して、それぞれ正で有意なパスが得られた。これら 2 つの経路は R&D に好影響を与えることが分かり、**H3** と **H6** が支持された。他方、**H4** と **H5** は支持されなかった。これは取引経路と知的経路では影響を与えるチャンネルや R&D の特性も異なることを示している。取引経路を通じては、例えば親企業から R&D 組織体制の構築やその運用について学び、アドバイスを受けることができるが、他方、知的経路である大学の研究室からは、基礎研究を製品化に向けた R&D の方向性や手法に関する情報を得ているといえよう。このように、経路によって R&D への影響が異なること、これは Connectivity (関係性) と呼ばれるが、本モデルでも示された (Tsuji et al. 2016)。つまり、**H4** と **H5** は支持されなかったが、逆にこれにより Connectivity が示されたことになる。

さらに、R&D 実施からは R&D 組織に対しても正で有意なパスがある。これは R&D が明確な方向性をもって実施され、かつ、それが結果を出していると、R&D 組織をうまく機能させる力となることを示している。

最後に R&D の組織と実施の双方からは、イノベーションに対して正に有意な直接的なパスが引かれ、R&D がイノベーションを推進していることが分かる。これにより、**H7** が支持された。最終目的の外部リンケージがイノベーションを促進するかについては、直接

効果を繋げていくと、外部リンケージがイノベーションを促進していることがわかり、**H8**が支持された。

上記で検討した（標準化）直接効果に加えて、R&D 実施を経由したパスが存在するが、これからイノベーションに引かれたパスは（標準化）間接効果と呼ばれる。最終的な（標準化）総合効果は、直接効果と間接効果の和として求められるが、それは表 5.13.に示されている。以上のすべての効果を総合的に見ても、アイデアの源泉からイノベーションへの総合効果はすべて正で有意となっている。

表 5.13 R&D モデルの（標準化）総合効果

From To	取引パー トナー	大学/ 公的研究機 関	トップ マネジ メント	技術	R&D 実施	R&D 組織
技術	0.334***	0.278***	--	--	--	--
R&D 実施	--	0.331***	0.285***	--	--	--
R&D 組織	0.090***	0.221***	0.330***	0.270***	0.442***	--
イノベーション	0.21***	0.189***	0.352***	0.062***	0.519***	0.228***

注：\*\*\*は 1%の有意水準を示す。

## 5.8 ICT モデル

### 5.8.1 イノベーションプロセスでの ICT の役割

一般的な ICT の役割についてはすでに述べたが、ICT のイノベーションを創出する役割、つまりイノベーションの **enabler** としての役割、例えば (i) 統合化、(ii) 協同化、そして (iii) 高度な情報処理をもつ（南・西岡, 2014）。ICT は業務プロセスを統合し、組織内外の協働を促し、新しいビジネスモデルやビジネスシステムの構築を可能とする。さらに、ICT は組織学習での知識の収集やその管理において中心的な役割を果たし、その活用により、組織構成員が経験・学習した事柄の獲得・収集し、それを分析・評価することにより、知識をより普及しやすい形に加工し、他の構成員に迅速に分かりやすく伝達することが可能となる。このようなプロセスは知識移転と呼ばれ、更なる新知識の創造や共有も加速されることとなる（Spiezia, 2011 ; Petiz et al., 2015）。つまり ICT は、知識創造における共同化、表出化、連結化、内面化に貢献するのである（Carolina and Pedro, 2010）。

このように、イノベーションプロセスでの ICT の重要性が認識され、かつ利用されていることから、ICT を内部イノベーション能力の一つとして認識し、変数の一つとして分析に加える必要性が生じている。これを踏まえた上で、ここではイノベーションプロセスにおける ICT の役割を検討する。これまでの伝統的な変数に加えて、ICT を潜在変数として導入したモデルを「ICT モデル」と呼称する。



### 5.8.2 ICT モデルでの仮説

ICT モデルでの分析の目的はイノベーションプロセスでの ICT の役割を明確にすることであり、図 5.1 の R&D モデルのパス図に ICT を加えることになる。しかし、これは分析やパス図を複雑化することになる。本節では分析を可能な限り単純化し、かつ明確な結論を得るために、潜在変数のトップマネジメントを削除する。本章の主題の一つは、中小企業が外部リンケージとどう連携し、イノベーションに必要な情報を取得し、それを企業内の経営資源（内部イノベーション能力）と結合し、新しい商品やサービスを生み出すかにある。従って、企業内部でのアイディアの源泉としてのトップマネジメントは、この分析では割愛した方が、当初の目的が実現しやすいと思われる。

またこの意図は、ICT の変数の構築にも適用される。すでに詳細に述べたように、ICT がイノベーションプロセスで果たす役割は多様なものがあるが、本節では、ICT の目的を（i）外部リンケージ、さらには市場や消費者に関する外部情報の取得、（ii）イノベーションプロセスでの役割、例えば、R&D や技術といった内部イノベーション能力への影響に限定する。

アンケートの質問票では、QV.4 において、イノベーションに関連する ICT 利用に関する質問を設けている。それは、以下のように要約される。

QV.4.2 : ICT は商品の広告に役立った

QV.4.3 : ICT は経営判断・事業展開のスピードを早めた

QV.4.4 : ICT は製品の開発期間を短縮した

QV.4.5 : ICT は新製品や新サービス開発点数を増加させた

QV.4.6 : ICT は顧客ニーズの把握を容易にさせた

以上の質問の回答は表 5.14 で示されている。

表 5.14 ICT の質問に対する回答度数

		1	2	3	4	5
QV.4.2. ICT は製品の広告をサポートする		91	76	197	152	96
	%	14.1	11.7	30.4	23.5	14.8
QV.4.3. ICT 意思決定のスピードを速める		41	54	223	185	112
	%	6.3	8.3	34.5	28.6	17.3
QV.4.4. ICT は新製品の開発期間を短縮する		108	74	273	104	42
	%	16.7	11.4	42.2	16.1	6.5
QV.4.5. ICT は新製品およびサービス開発数を増加させる		111	98	276	92	24
	%	17.2	15.1	42.7	14.2	3.7
QV.4.6. ICT は消費者のニーズを容易に獲得する		63	67	235	194	49
	%	9.7	10.4	36.3	30.0	7.6

これらの質問は、1 から 5 までのリカーートのスケールで回答を求めている。QV.4.2、QV.4.3、QV.4.6 は ICT の一般的な企業外の情報取得の役割であり、QV.4.4、QV.4.5 はイノベーションプロセスでの役割に相当する。企業の各質問に対する回答の統計量は、表 5.1 に要約されている。回答の平均値はいずれも平均の 2.5 を上回り、回答企業はうまく ICT を利用しているといえる。特に、QV.4.2、QV.4.3、QV.4.6 といった一般的な外部情報の取得といった役割では平均値が 3 を上回り、うまく ICT が活用されているといえよう。

ICT に関連する潜在変数を構築する方法は、因子分析でなく、使用する質問がすでに決定されている場合には、SEM がその質問により潜在変数が自動的に計算される。こうして構築された潜在変数は「ICT」と呼ぶ<sup>2)</sup>。

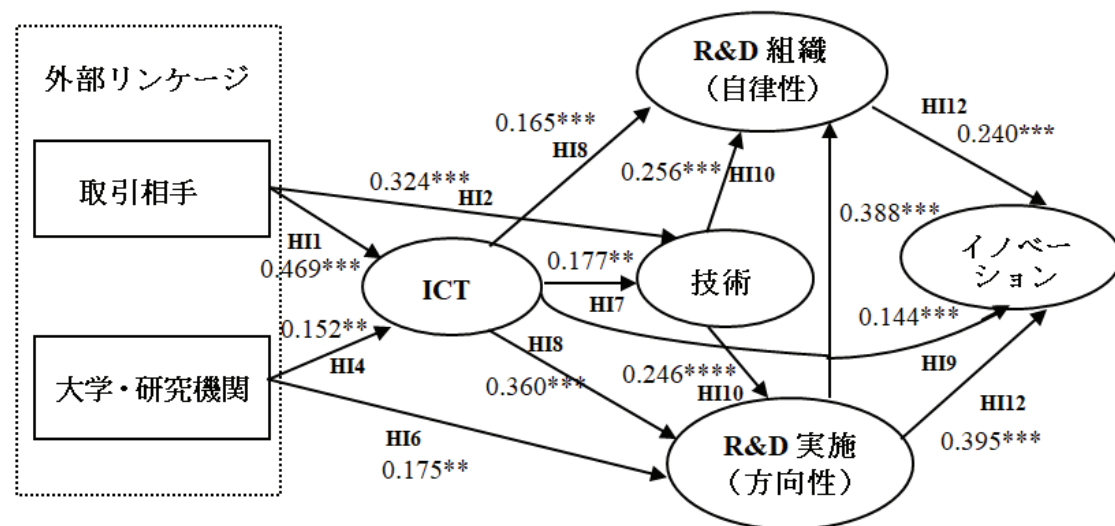
このモデルでは、外部リンクージュからの情報取得と、それと他の内部イノベーション能力との関係、さらには内部イノベーション能力同士の関係が強調されているため、変数としてのトップマネジメントは分析されていないことに注意されたい。検証されるべき仮説は以下の通りである。

- HI1** : 取引チャネルは、ICT を向上させる
- HI2** : 取引チャネルは、技術を向上させる
- HI3** : 取引チャネルは、R&D を向上させる
- HI4** : 知的チャネルは、ICT を高める
- HI5** : 知的チャネルは、技術を高める
- HI6** : 知的チャネルは、R&D を高める
- HI7** : ICT は技術を高める
- HI8** : ICT は R&D を高める
- HI9** : ICT はイノベーションを高める
- HI10** : 技術は R&D を高める
- HI11** : 技術はイノベーションを促進する
- HI12** : R&D はイノベーションを促進する
- HI13** : 外部リンクージュはイノベーションを高める

以上の仮説では、ICT に関するもの、つまり **HI4** : 「ICT は R&D を高める」 **HI5** : ICT は技術を高める」 **HI9** : 「ICT はイノベーションを高める」以外は、前の R&D モデルと同一のものを採用した。**HI4** に関しては、これまで議論してきたように、ICT の利活用により R&D がより活発化、効率化するとの議論を受けて、ICT から R&D への因果関係を想定するものである。**HI5** : 「ICT は技術を高める」に関しては、R&D の仮説と同様に、ICT のもつ知識共有や知識創造機能を重視して、ICT が原因で技術が結果との因果関係を想定した。

### 5.8.3 ICTモデルの推定結果

ICTモデルの枠組みは基本的に前のモデルと同じであり、推定結果は図5.2と表5.15に示されている。前者はパス図を示し、後者は直接効果の推定結果である。図5.2ではR&Dモデルと同様に、有意となったパスのみを有意水準を付けて記載した。



注：\*\*\*, \*\*はそれぞれ有意水準 1%、5%を示す。

図 5.2 ICTモデルのパス図

表 5.15 標準化された直接効果 (ICTモデル)

From	To	標準化係数	SE	t-値	p-値
取引相手	ICT	0.469***	0.225	4.468	0.000
取引相手	技術	0.324***	0.296	2.882	0.004
大学/公的研究機関	ICT	0.152**	0.416	2.085	0.037
大学/公的研究機関	技術	0.130	0.564	1.613	0.107
大学/公的研究機関	R&D 組織 (自律性)	0.175**	0.446	2.377	0.017
ICT	技術	0.177**	0.092	2.343	0.019
ICT	R&D 実施 (方向性)	0.360***	0.056	6.848	0.000
ICT	R&D 組織 (自律性)	0.165***	0.065	3.651	0.000
ICT	イノベーション	0.144***	0.027	2.577	0.010
技術	R&D 実施 (方向性)	0.246***	0.051	4.200	0.000
技術	R&D 組織 (自律性)	0.256***	0.068	4.458	0.000
R&D 実施	R&D 組織 (自律性)	0.388***	0.068	7.823	0.000
R&D 実施	イノベーション	0.395***	0.030	5.966	0.000
R&D 組織	イノベーション	0.240***	0.020	3.938	0.000

注：\*\*\*および\*\*はそれぞれ 1%、5%の有意水準を示す。

また、（標準化）総合効果は表 5.16 に示されている。

表 5.16 （標準化）総合効果

To	From	取引相手	大学/公的研究機関	ICT	技術	R&D 実施 (方向性)	R&D 組織 (自律性)
ICT		0.469***	0.152**	--	--	--	--
技術		0.407***	0.157***	0.177***	--	--	--
R&D 実施		0.269***	0.268***	0.404***	0.246***	--	--
R&D 組織		0.286***	0.169***	0.366***	0.352***	0.388***	--
イノベーション		0.242***	0.168***	0.391***	0.182***	0.488***	0.240***

注：\*\*\*および\*\*はそれぞれ 1%、5%の有意水準を示す。

### 5.8.3.1 ICT 利用の役割

図 5.2 で示されたパス図から結果を考察すると、前の R&D モデルと結果が類似しているパスがある。それらは以下ようになる。①「取引相手」から「技術」へのパスと。「大学・研究機関」から「R&D 実施（方向性）」のパス、②「技術」から「R&D 組織（自律性）」へのパスと、「R&D 実施（方向性）」へのパス、③「R&D 実施（方向性）」から「R&D 組織（自律性）」へのパス、④「R&D 組織（自律性）」と「R&D 実施（方向性）」から「イノベーションへ」へのパス、以上である。異なるのは、「取引相手」から「R&D 組織（自律性）」へのパスと、「大学・研究機関」から「技術」へのパスである。しかし、この ICT モデルでも、R&D モデルの特徴であった関係性、つまり二つの外部リンケージから中小企業への影響は異なることを示されている。

潜在変数の ICT が導入された結果、ICT は他の内部イノベーション能力、つまり「技術」、「R&D 組織」、「R&D 実施」に対して有意に影響を与えることが分かる。二つの R&D はイノベーションを高めることが分かる。これらは基本的に R&D モデルと同様である。しかし、ICT モデルがもつ新しい点は、「ICT」から「イノベーション」への直接的なパスが抽出されたことである。つまり、ICT はそれがもつ特性、イノベーションの enabler としての (i) 統合化、(ii) 協同化、(iii) 情報処理といった役割により、各内部イノベーション能力を活性化させる。これに加えて、ICT は直接市場や消費者から情報を獲得して新しい商品やサービスといったイノベーションを引き起こすのである。以上のように、ICT モデルは、ICT のイノベーション enabler としての役割 (Spiezia, 2011) と、直接的にイノベーションを創発する、この二つの役割を一つのモデルで示した点で重要であると思われる。

最後に、内部イノベーション能力間の関係では、ICT は他の 3 つの能力よりも最初に位置しているが、このことは ICT が原因であり、その他の要因が結果であることを示してい

る。ICT 利活用が進展することで、技術や R&D を活性化させるのである。その逆ではないのである。

### 5.8.3.2 Connectivity（関係性）

図 5.2 から、外部リンケージから ICT への 4 つのパスが見出せた。これは、R&D モデルで特定された外部リンケージから R&D へのパスに加えて、中小企業が「ICT」を介して外部リンケージに関係するルートが存在することが分かる。しかし、R&D モデルのパスとは若干の相違がある。それは ICT モデルでは「大学・研究機関」から「技術」へのパスは見出せなかった。その反面、「大学・研究機関」から「ICT」へ、そして「ICT」から「技術」へ、そして「R&D 組織」へと間接的に繋がっていることである。すなわち、「ICT」は、「大学/研究機関」から「技術」への直接チャネルを引き継ぐが、「大学/研究機関」から「R&D 実施」に間接的につながる新たなパスを作り出している。

取引相手について R&D モデルと異なる点を見ると、取引相手から「R&D 実施」への関係性がうまれたことである。取引相手から、「ICT」と「技術」を通じて「R&D 実施」へのパスが新たに見出せている。

以上を要約すると、ICT の導入によって外部リンケージからの直接的あるいは間接的なパスがより多く抽出され、ICT が様々な経路により中小企業のイノベーションに正に有意な効果をもつことが分かる。

## 5.9 仮説の検証

SEM から得られた結果から仮説を検証してみよう。まず、外部リンケージとしての取引相手に関する仮説を見ると、それから「ICT」と「技術」に対して有意なパスが見出せたので、**HI1** と **HI2** は満たされる。しかし、取引相手からは二つの R&D に対して直接的な有意なパスは見出せなかった。しかし間接的な効果はもつので、**HI3** は完全には満たされない。知的経路については、「大学・研究機関」から、「ICT」と「R&D 実施」に対して直接的に有意なパスが存在するので、**HI4** と **HI6** は満たされる。ただし、「R&D 組織」に対しては直接的に有意なパスは見いだせなかったので、**HI5** の一部は満たされない。ICT に関する三つの仮説は、ICT から、「技術」二つの「R&D」への有意なパスが抽出されたので、**HI7**、**HI8**、**HI9** は満たされる。技術については、二つの「R&D」には有意なパスが存在するが、イノベーションにはパスがないので、**HI9** は満たされるが、**HI10** は満たされない。二つの R&D はいずれもイノベーションに対して有意なパスをもつので、**HI11** は支持された。

以上の結果を総合すると、外部リンケージからイノベーションの正の効果が見出せるので、仮説 **HI12**（外部リンケージは中小企業のイノベーションを促進する）は支持されたことになる。

## 5.10 ICT モデルのフィットネス

ICT モデルのフィットネスは表 5.17 に示されている。検定や検定量については、すでに R&D モデルで説明したのでここでは割愛するが、ICT モデルでもすべてのテストが同様に満たされることが分かる。

表 5.17 ICT モデルのフィットネス

$\chi^2$ 値	自由度	p 値	GFI	AGFI	CFI	RMSEA	AIC
382.522	137	0.000	0.945	0.925	0.947	0.052	484.522

## 5.11 議論

本章では、中小企業が企業外の情報をどのように入手し、それと自社内の経営資源と統合し、どうイノベーションを達成するか、この RQ に対して 2 つのモデルを用いて検討した。ここでは、本章で得られた結論と、先行研究の成果とを比較して、本モデルの特徴を明らかにする。

まず、第一に ICT とイノベーションの関係については、ICT モデルは ICT の二つの役割を明確にした。つまり、**enabler** としての役割と、イノベーション自体の創出、この二つを一つのモデル示したことである。これまでの先行研究では、それぞれ別の主題として扱われてきた、主に前者の役割を中心に分析したものとしては Dogson et al., 2006 ; Lee and Xia, 2006 ; Spiezia, 2011 等が挙げられる。これらの研究では、ICT は他の内部イノベーション能力と同様にイノベーションを貢献するとし、「ICT capability」との名称を与えている (Karimi et al., 2007)。後者の例として、ICT は e-コマース等の新しいビジネスモデルの構築、商品の開発や改良にブログやツイッター、SNS 等の Social media を分析するものである (Malthouse et al., 2013; Luo and Zhang, 2013; Idota et al., 2017)。さらに、ICT が技術、R&D といった他の内部イノベーション能力にどう関連して、イノベーションを創出するのか、総合的に明らかにした。従って、ICT の役割は、Brynjolfsson and Hitt (2000) や Brynjolfsson and Saunders (2009) など、以前の文献で期待されていたよりもより重要であるとの結論を得た。しかしその反面、本章のモデルでは、ICT のイノベーションに与える直接的効果がやや過剰に推定されていると思われる。これは ICT に関する質問に起因する可能性がある。つまり、ICT 利活用に関する質問では、「5. ICT は新製品およびサービス開発数を増加させる」を設けているが、これは直接的に ICT とイノベーションとの関係を問うものである。この質問の平均は 2.70 であり、5 段階の平均 2.5 を上回っている。これが ICT とイノベーションの直接的な関係を高めたと思われる。筆者らのこれまでのアンケート調査では、ICT 利活用に関しては、その利用の方法を中心に質問してきた。具体的



には、ICT は企業の内部利用と対外的な利用に大別され、前者は、EPR (Enterprise resources planning) , CAD/CAM, Groupware, 企業内部での SNS 利用等を含む。後者では、B2B, B2C といった e-コマース、EDI (Electric Data Interchange) , CRM, SCM, Public SNS の活用有無を聞いてきた (Tsuji et al. 2017)。このような質問形式の場合、ICT とアウトカムと使用方法とに直接的な関係はないため、分析により因果関係を求めると弱くなる傾向がある。

第二は外部リンケージとの関係性 (connectivity) である。本研究では、取引経路と知的経路では、内部イノベーション能力への影響が異なることを示した。特に、取引チャネルからは中小企業における R&D 組織 (自律性) へ、また知的チャンネルへは R&D 実施 (方向性) へと、経路が分離されている。これまでの外部リンケージとの関係性の研究では、例えば Dyer and Nobeoka (2000) , Todo, Matous, and Inoue (2016) のように取引経路のみか、あるいは Dodgson et al., (2006) のように知的経路のみを分析してきた。本研究はこれらの経路を同時にモデル化して、同じベースの上で比較検討することができた。

第三は、本研究は R&D を総合的に把握したことである。これまでの R&D 研究では、R&D の効率性の観点から、集権制あるいは自律性のいずれが望ましいか (Argyres and Silverman, 2004 ; Lerner and Wulf, 2007)、メンバー間での信頼性 (Leven and Cross, 2004 ; Colquitt and Rodell, 2011)、R&D でのインセンティブや報奨金制度の効果 (Lerner and Wulf, 2007)、多職能チーム (cross-function team) と品質管理 (QC) の役割 (Tsuji et al. 2016, 2018)、これらの個別テーマに絞られていた。しかし本研究では、より良いイノベーションのパフォーマンスを達成するための R&D 組織や運用のあり方に焦点をあてていることが、先行研究とは少し異なる。つまり、アイデアの起源からイノベーションの最終結果に至る全過程において R&D が分析されているが、一方、先行研究は R&D に関する特定の問題や個別の問題に焦点を当て分析を行っている。両者ともそれぞれ長所や短所をもつが、今後さらにアンケートや分析ツールを改善して研究する必要があるだろう。

## 5.12 結論

本稿の特徴は、中小企業の実地調査に基づき、現実の R&D やイノベーションがどのように実施されているかを見極めた上で、モデルを構築した。その結果、従来の先行研究とは異なる結果が得られた。

しかしながら、本研究は、将来の分析によって解決されるべきいくつかの限界を有している。それは次のように要約できる。(i) 本論文は、先行研究が探求しようとしていた gatekeeper や transformer を特定化していない。(ii) 今後の研究では、R&D で重要となるいくつかの過程、例えば、情報を知識に変換、技術と市場との橋渡し、基礎と応用研究開発との結合、これをモデル化する必要があり、特に (iii) これらに貢献する人材の育成も視野に入れる必要がある。(iv) 本研究では、イノベーションプロセスにおける ICT の重要性は確認されたが、ICT が実際中小企業の中でどのような働きをしているのか、例えば、ICT

がどのようにして情報を共有し、それが何故新しいアイデアを生むのか、具体的な役割や機能を明確にする必要がある。

さらなる研究の方向は、イノベーションを推進する政策である。政策は、本章では詳細に議論されていないが、中小企業には必須のものである。インタビュー調査では、巨額の補助金の代わりに、新技術へのコンソーシアム参加、展示会での展示、HRD（人的資源開発）、新しい分野への投資を支援する資金の要望を聞いた。いくつかの中小企業はニッチではあるが特定の技術を所有しているが、人的資源や財務的能力が不足することが原因で、最終製品として完成させることができないと訴えていた。中小企業がイノベーションを推進する政策は、補助される資金の多寡は問題ではなく、こまめな支援政策の目標設定が何より重要である。

## 第6章 地場企業のイノベーションの高度化に関する実証分析：

### 阪神地区の事例

#### 6.1 はじめに

90年代以降、経済の情報化がもたらした構造変化の過程で、これまで日本経済の競争力の源泉であったモノ作りの基盤が脆弱化し、いわゆる「失われた10年」と呼称される長期停滞に陥った。さらに、新興国の追い上げによるグローバル競争が激化する中、少子高齢化に加えて人口の減少という未曾有の危機を迎えている。このような日本を取り巻く環境変化は、地域経済にも大きな影響を与え、地域に根ざした中小企業からなる地場企業もこの危機から逃れることはできない。このような中、さらなる発展の必須の条件は継続的なイノベーションの生起により、新商品・サービスを持続的に市場に送り出すこと、また生産プロセスや経営手法の改善により、経営の効率化を行うこと、これら以外にはない。一つ一つのイノベーションが重要であるのはいうまでもないが、現在求められているのが持続的なイノベーションの生起であり、イノベーションの高度化（upgrading）である。イノベーションの高度化とは、同じタイプのイノベーションの繰り返しでなく、より高度なイノベーションを持続的に生起していくことである。ライバルの追従を許さないようなより高度な新製品・新サービスを市場に供給することにより、企業や地域が競争優位を確立することができる。しかし、シュンペーターを嚆矢とするイノベーションの研究では、個々のイノベーションの生起が主要な問題とされ、必ずしもより高度なイノベーションを持続的に創出するという視点では行われてこなかった。イノベーション自体の定義はなされているが、イノベーションの程度（innovativeness）という定義が少ないのがその証左である。本稿は、これまでの筆者らのイノベーションの生起に関する研究を基礎に、より高度なイノベーションを実現する要因は何か、これを実証分析から特定化するものである。これはイノベーション高度化の定義、さらにはそれに関する実証分析の方法論に新しい視点を加えるものである。

イノベーションの重要性は、個々の地場企業から、地域経済や地方自治体、さらには中央官庁まで共有されていて、それぞれの段階で地場企業の産業・技術・経営等の高度化が喫緊の課題として取り組まれ、実際様々な政策が打ち出されてきた。地方自治体が実施する産業振興等の政策を地域産業政策（regional industrial policy）と呼び、本稿では兵庫県具体的な政策を取り上げ、それが地場企業のイノベーションの高度化に効果をもったか、さらにはそれがどのようにして高度化を実現したのか、政策の伝播経路（transmission channel）をも特定化する。これにより、今後の地域産業政策が何を目指し、どのように策定すべきか、その方向性を示すことができる。

以上から、本稿のリサーチクエスション（RQ）は次の二つとなる。

RQⅠ：イノベーションの高度化にとって何が要因であるのか

RQⅡ：地方自治体によるイノベーション支援策が有効であるのか

本稿の構成は以下の通りである。次節では先行研究のサーベイを、第3節では分析の枠組を明確にする。第4節は高度化を促進する要因を明らかにするが、要因は統計的分析での説明変数となる。第5節では分析に用いる説明変数を抽出し、高度化を促進する要因を回帰分析により特定化する。兵庫県の政策の内容と評価は第6節で行い、最後に、結果の吟味と結論が与えられる。

## 6.2. 先行研究

### 6.2.1 産業の高度化とイノベーションの高度化

イノベーションの高度化を直接分析した文献は少ないが、これと類似した概念として産業の高度化（industrial upgrading）がある。これは企業や産業がより高度な分野へ移行することであり、経済発展論では中心的な課題である。例えば、開発途上国が、多国籍企業の直接投資や技術移転により中進国へ移行し、さらに独自の製品を生産し先進国へと発展し、最終的に独自の R&D によりイノベーションを進められる知識経済にまで発展することが挙げられる。一方、企業について産業の高度化とは、例えば、単純部品の生産から始め、技術力が高まるにつれ、OEM（Original equipment manufacturer）、ついで ODM（Original design manufacturer）、最終的には最終製品を生産できる OBM（Original brand manufacturer）までに高度化することをいう（Azadegan and Wagner, 2010; Kuchiki and Tsuji, 2011）。個々の企業の産業の高度化の研究は、自動車や家電産業に関して多い（Humphrey and Schmitz, 2004; Sako, 2004; Gereffi and Humphrey, 2005; Isaksen and Kalasaas 2009; Tsuji, 2009; Tuijl et al. 2012）。これらの研究は、部品供給企業の高度化のプロセスを、サプライチェーンを通じた大企業との関係から論じている。周知のように、日本の自動車メーカーは、設計図の貸与、技術移転、共同 R&D、品質管理などを通じて部品供給者の高度化に大きな役割を果たしてきた。この高度化の過程での重要な要因は、自動車メーカーの組織的な戦略やリーダーシップである。上記の文献は、企業レベルでの産業の高度化が分析の中心であり、必ずしも中小企業を含む部品供給者のイノベーションの高度化を分析したものではない。この点、産業とイノベーションの高度化の相違を明確にして、両者が相互に関連していることを示したのが Azadegan and Wagner（2011）である。産業の高度化については、前述の OEM, ODM, OBM、最終生産物の生産という4段階が想定され。他方、イノベーションの高度化は2段階とされ、既存の生産ラインから新製品を生み出す第1段階（Exploitative innovation）、次に新規の生産ラインから新製品を生産するのが第2段階（Explorative innovation）とされる<sup>1)</sup>。つまり、4段階の産業の高度化過程から生み出されるイノベーシ

ョンが Exploitative innovation であり、さらにそれから生まれるのが Explorative innovation とされる。Explorative がプロセスイノベーションで、Exploitative がプロダクトイノベーションに相当するとしている。SEM (Structural equation modeling) を用いて、これら 6 つの変数間の因果関係、特に 4 つの産業の高度化が Exploitative innovation を生み、さらに Exploitative innovation が Explorative innovation を生起させると因果関係を示した。興味ある点は、第 2 と 4 段階目の産業の高度化からも Explorative innovation が派生することを示したことである。これは発展段階のいくつかを飛び越すイノベーションであり、ラディカルイノベーションに相当するものである。しかし、SEM ではこれらの因果関係の背後にあるメカニズムでは分析できないが、学習効果 (learning-by-doing) や使用による習得 (learning-by-using) が基礎となっていることを示唆している。産業とイノベーションの高度化を分離し、両者の相互関係を初めて分析した点は高く評価される。

## 6.2.2 イノベーションの高度化の理論モデル

企業がより高度な製品を継続的に市場に出していく状況を説明する理論は極めて少ないが、とりわけバース (Bass) モデルを挙げることができる (Bass, 1963; Norton and Bass, 1987)。これはイノベーションの高度化を理論かつ実証面から分析した重要な研究である。バース・モデルの特徴は、一つの商品の普及過程と、その商品がより新商品に代替されていく高度化過程を微分方程式体系でモデル化したことである (図 6.1)。しかも変数として商品の普及率のみを用いて、TV の白黒からカラーへの高度化や、DRAM の 8K, 16K, 64K, 256K といった製品の高度化を理論的に説明し、しかも実際の普及過程と一致することを示した。企業レベルの研究ではないが、産業での商品のイノベーションと高度化を理論と実証の両面からうまく説明している。

イノベーションの普及を定量的に説明する理論としてのバース・モデルは、ある時点での普及率を推定するモデルであり、以下の式で示される。

$$N_t = N_{t-1} + p(m - N_{t-1}) + q \frac{N_{t-1}}{m} (m - N_{t-1}) \quad (1)$$

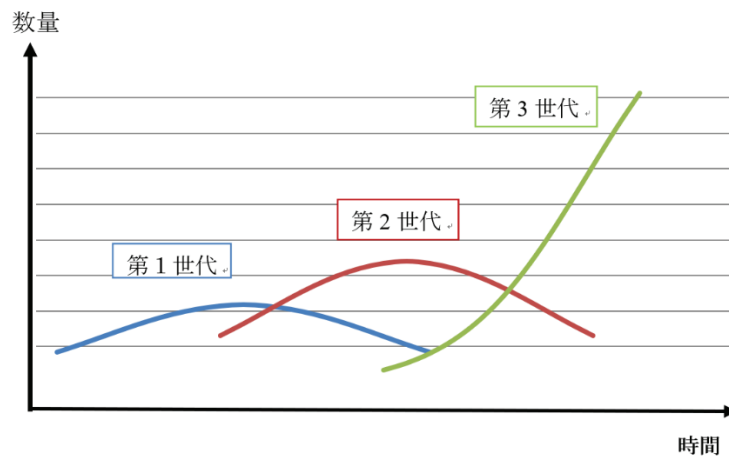


図 6.1 バース・モデルによるイノベーションの高度化

ここで、 $m$  は、市場潜在力であり、最終的にその製品を利用する全人口をさす。 $p$  は、目新しさの魅力を示す innovation 係数であり、当該製品を未使用の人が当該製品の革新性に惹かれ自ら使用を開始する割合を示す。 $q$  は、imitation 係数であり、当該製品を未使用の人が既に使用を開始済みである他人の影響を受け追随して使用を開始する割合を示す。同式における被説明変数である左辺は、時間  $t$  においてあるイノベーションの使用を開始済みの人数を示す。説明変数である右辺において、第 1 項は、左辺の 1 期前であり、右辺の 1 期前までに既に使用を開始済みの人数を示す。右辺第 2 項は、時間  $t$  において製品に魅力を感じて自ら新たに使用を開始する人数であり、目新しさの魅力を示す innovation 係数  $p$  とまだ当該イノベーションを未使用の人数 ( $m-N_{t-1}$ ) との積で構成される。右辺第 3 項は、時間  $t$  において他人が使用している影響を受け追随して新たに使用を開始する人数であり、追随したくなる割合を示す imitation 係数  $q$  と、まだ当該イノベーションを未使用の割合を示す  $N_{t-1}/m$ 、さらに当該イノベーションを未使用の人数 ( $m-N_{t-1}$ ) の積で構成される。

バース・モデルでは、時系列データにより  $m$ 、 $p$ 、 $q$  を推定することとなる。バース・モデルは、家庭用エアコンの普及をはじめ、将来におけるイノベーションの普及を予測する理論として、数多くのイノベーションの普及に係わる推定に適用されている。

図 6.1 で示したイノベーションの高度化は、まさに本稿が分析するものである。しかし、本稿がバース・モデルを適用しないのは、本稿の目的が高度化の要因を抽出すること、政策の効果を分析することにある<sup>2)</sup>。つまり、イノベーションの高度化は、普及率、つまり消費者の新商品の受容性のみでは説明できず、企業内部の R&D、経営戦略、人材といった様々な要因から実現されている。このような多くの変数を微分方程式体系に組み込むこと



は、至難の業である。

## 6.3 分析の枠組み

### 6.3.1 イノベーションの高度化

本稿の目的であるイノベーションの高度化は、プロダクトイノベーションやプロセスイノベーションで代表されるイノベーションの生起とは若干異なる。その相違点は、時間軸の長さにある。高度化もイノベーションも動的な概念であるイノベーション過程から生まれるが、高度化は動学的要素（dynamics）を必要とするが、イノベーションは静的な枠組み（statics）でも十分分析が可能である。例えば、イノベーションの高度化の事例としては、テレビ（白黒 TV、カラー TV、デジタル TV、4K、8K）、携帯電話（1G、2G、3G、4G、5G）、自動車（ガソリン車、各種の電気自動車、自動運転）、半導体メモリの DRAM 等が挙げられる。共通の使用目的をもつ商品がより高性能になり、ユーザや消費者の利便性、満足度を高めるのが高度化である。他方、その過程の中で個々の新商品・新サービスを生み出すのがイノベーションである。図 6.2 がこれを説明している。イノベーションの高度化は、第 1 段階、第 2 段階とイノベーションの程度（Innovativeness）を高めているが、単なるイノベーションは例えば点線で示したように、ある時点  $t_1$  で新規な商品が市場に供給されるケースを含む。分析に当たっては、時間的要素の導入が高度化分析のポイントとなる。

高度化と関連するイノベーションの分類としては、Christensen（1997）が定義した改良型イノベーション（incremental innovation）と破壊的（ラディカル）イノベーション（Destructive (Radical) innovation）が挙げられる<sup>3)</sup>。前者は、イノベーションが従来からの技術と連続性を持つのに対して、後者は従来の技術から非連続で根本的に新規なものとしている。図 6.2 でのイノベーションの高度化が前者に、点線で示したイノベーションが後者に該当する。つまり、改良型ではイノベーションが段階を追って高度化するのに対し、点線で示したラディカルイノベーションは、ある企業が  $t_1$  時点で突然により新規な商品を市場に出すことを示している。また、exploitative と explorative という二つのイノベーションの分類がなされている（Jansen et al. 2006; Azadegan and Wagner, 2010）。前者は既存の商品・サービスの延長上にあり、後者は既存のものにはない新規な要素を持つものとしている。ただ、Christensen と異なるのは、exploitative innovation は学習や経験の蓄積によって explorative innovation へ転化する可能性があることである。

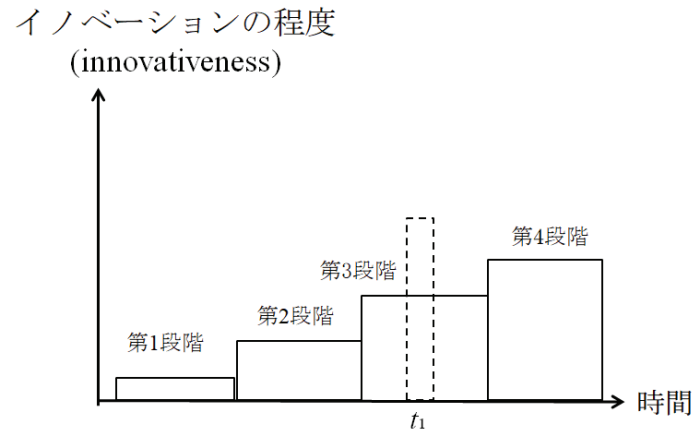


図 6.2 イノベーション高度化の分類

### 6.3.2 イノベーションの高度化の定義

新商品・新サービスの革新性の程度を一般的に定義することは困難である。前述の高度化の例では、基本的に同一目的に使用するため、その新規性は性能等で比較できるため明らかである。しかし、異なる産業や商品でのイノベーションに包括的な定義を与えるためには、統一的な評価基準を決める必要があるが、これはかえって分析を複雑にする。そこで本稿では、高度化を中小企業にとっても回答しやすい形で、しかも統計分析を簡単にするために、イノベーションの高度化（革新性）を以下の4段階に分類した。<sup>4)</sup>

**第1段階：**既存市場に向け、既存技術を用いて製品を改良

**第2段階：**既存市場に向け、新技術を用いて製品を改良、開発

**第3段階：**新規市場に向け、既存技術を用いて製品を開発

**第4段階：**新規市場に向け、新技術を用いて製品を開発

このイノベーション定義は、OECD の Oslo Manual (2005) に従い<sup>5)</sup>、数字が大きくなるほどより高度なイノベーションとなる（図 6.3）。第2段階と第3段階についてはいずれが高度化であるのか議論の余地があるが、本稿では商品の新規性に重きをおいている。

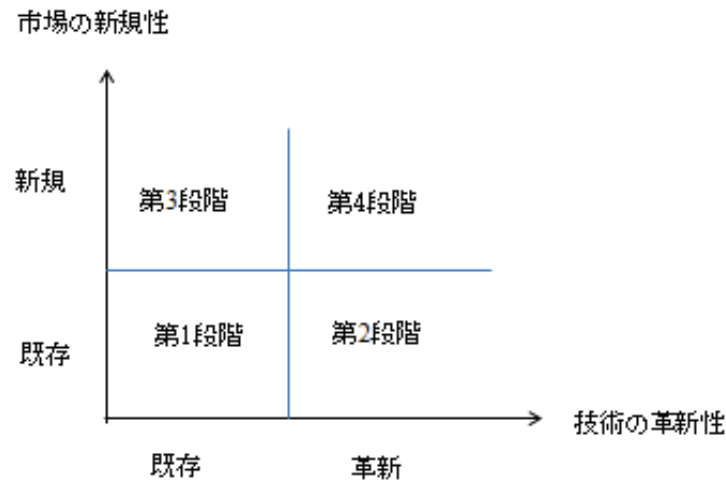


図 6.3 イノベーションの高度化の分類

#### 6.4. イノベーションの高度化の要因

ここではイノベーションの高度化に影響を与える要因について、先行研究や実地調査から知見を含めて検討を加える。これらの要因が、この後の回帰分析での説明変数となる。

##### 要因 1：R&D 投資の売上高比率

R&D はこれまでのイノベーション論の主要なテーマの一つあり、多くの研究が行われている。そこでの議論では、例えば、R&D の組織や体制に関しては、R&D チームの自律性 (Argyres and Silverman, 2004; Lerner and Wulf, 2007) やリーダーシップ (Hirst and Mann, 2004; Berson and Linton, 2005; Zheng et al. 2010; Wong and Tong, 2012; Shigeno et al., 2018) が挙げられる。本稿ではイノベーションの高度化を、技術と市場の新規性で分類したが、中でも技術の役割を重視した。また高度化というダイナミックな性質から、継続的な技術開発が必須であり、それは R&D によって実現される。本稿では、継続的な技術開発の基礎となる R&D 投資額の売上高比率を高度化要因として取り上げるが、これは多くの先行研究で用いられているものである<sup>6)</sup>。

##### 要因 2：オープンイノベーション

R&D、人材、情報収集といった点で劣る中小企業にとっては、地域の大学や研究機関、経済団体と連携を強めるオープンイノベーションに参画することは、イノベーションの高度化に必須のものである (Chesbrough, 2003)。アンケートの質問票では、オープンイノベーションに参画の有無を聞いている。

### 要因 3 : アイディアの源泉

地場企業がイノベーションの素となる情報やアイディアをどこから取得するかは Connectivity（関係性）と呼ばれる。滋野、松崎、辻（2017）では、アイディアはトップマネジメントが出すという「経営者型」、社外の顧客から得るという「改善型」、大学・地域の研究機関から習得するという「開発型」を定式化した。それを受けて、アンケートでは情報やアイディアの源泉を特定化するために次の質問 QIII.3. を行った。この回答を基礎に、アイディアの源泉を特定化する。

QIII.3. 貴社が新しい取組みに挑戦するとき、どのような経緯から取組むことが多いですか<sup>7)</sup>。

QIII.3.1. 顧客との取引情報を基に自社で発案

QIII.3.2. 市場動向を基に自社で発案

QIII.3.3. 最新の技術情報を基に自社で発案

QIII.3.4. 競合企業の動向を基に自社で発案

QIII.3.5. 自社独自のアイディアを基に発案

QIII.3.6. 特定の顧客からの提案・要望

QIII.3.7. 仕入先からの提案・要望

### 要因 4 : 問題解決

イノベーション過程での問題解決（problem solving）は、イノベーションを推進する要因としても分析されてきた（例えば、Iansiti, 1994; Thomke and Fujimoto, 2000; Sharp and Gadde, 2008）。問題解決法の一般論を構築することは難しく、先行研究でも個々の企業での具体的な問題解決法がケーススタディとして分析されている。例えば、Thomke and Fujimoto（2000）は自動車産業での生産プロセスで生じる課題を事前に防止するという事例を、また Sharp and Gadde（2008）は鉄鋼業において顧客への製品の売り込みから、成約、さらにはアフターサービスといった3つの過程での問題解決を分析している。

本稿でも、一般的な問題解決ではなく、具体的な問題が生じた時にとる対応について地場企業に質問し、対応の方法とイノベーションの高度化とを関連付ける。従って、アンケートでの具体的な質問は、技術の課題に限定した<sup>8)</sup>。

QIII.4.(1) 保有する自社の技術で対応が困難なとき、どのようにして対処していますか。

QIII.4.1.1. 自社内で担当者を決め、独学で必要な技術を習得させる

QIII.4.1.2. 講習会に従業員を参加させる

QIII.4.1.3. 必要とする技術を有する専門家を系列親（子）企業から派遣してもらう

QIII.4.1.4. 必要とする技術を有する専門家を系列親（子）企業以外から招聘し指導を受ける

QIII.4.1.5. 必要とする技術を有する機関(大学・公設研究機関等)から指導を受ける、あるいは共同研究を行う

QIII.4.1.6. 必要とする技術を保有する者を雇用する

QIII.4.1.7. 必要な技術を有する企業を探し、提携(ライセンス)または買収する

#### 要因 5 : 人材育成 (HRD)

イノベーションの生起や高度化には従業員の能力向上や、モチベーションやモラルが必須である。特に中小企業は R&D に携わる人材の数や質の点で相対的に劣り、その分生産現場での改良に依存することになる。R&D の手法としては、R&D チームが行うか、そうでないかに大別される。前者は正規の R&D であるが、後者では専門の R&D チームでなく、生産現場で行われる R&D であり、non-R&D やインフォーマル R&D (informal R&D) と呼ばれる (Jensen et al. 2008; Thomä, 2017; Tsuji et al. 2018)。non-R&D 過程でのスキルやノウハウの蓄積は生産現場での作業や経験、例えば、learning-by-doing や learning-by-using を通じてなされる。技術やスキルの伝承は中小企業にとって不可欠であり、企業それぞれの独自の人材育成の方法を持っているが、筆者らの実地調査でも、キャリアアップの制度としての OJT、熟練工とのペアリング、さらには配置転換 (job rotation) による多機能職化等が概ね共通的に見いだされている (Tsuji et al. 2017)。

以上を背景として、人材育成として次の質問を聞いた<sup>9)</sup>。

QIII.4.(2) 保有する自社従業員の能力での対応が困難なとき、どう対応されますか。

QIII.4.2.1. 従業員の費用負担で能力開発に取り組ませる

QIII.4.2.2. 会社が費用を負担し、研修または講習会に参加させる

QIII.4.2.3. 系列親(子)企業に依頼し、能力が高まるよう指導してもらう

QIII.4.2.4. その他の取引先に依頼し、能力が高まるよう指導してもらう

QIII.4.2.5. 先輩従業員(熟練者)とペアを組むことにより、知識・技能を移転させる

QIII.4.2.6. 従業員に高い業務を与え、潜在能力が発揮できる環境を作る

#### 要因 6 : 事業戦略

企業が立案する将来的な事業戦略や経営方針もイノベーションの高度化にとって重要である。積極的にリスクを取り異分野に挑戦し革新的なイノベーションを狙うのか、あるいは確実に利益が確保できる既存の事業での改善に徹するのか、企業が持つ経営資源を基礎に選択する必要がある。本稿では、企業が重点にしている事業戦略分野の方向性を質問した。

QII.2. 貴社が現在進めている企業戦略に最も近いものを次の中から 1 つお選びください。

QII.2.1. 既存事業の拡張、充実に重点をおいている

QII.2.2. 技術、研究開発の面での経験を生かせる分野に重点をおいている

- QII.2.3. 販売面での経験、流通チャネルを生かせる分野に重点をおいている
- QII.2.4. 技術面、販売面双方での経験を同時に生かせる分野に重点をおいている
- QII.2.5. 成長市場や成長製品を指向し、これまでと異なる分野に重点をおいている
- QII.2.6. 固定的な戦略に従わず、その都度弾力的に対処している

以上の6つの要因は、イノベーションの高度化を説明するものであり、各要因の中で有意となった質問項目が、以後の実証分析での説明変数となる。以下では、阪神地区で行ったアンケート調査のデータに基づき実証分析を行う。

## 6.5 データと分析手法

### 6.5.1 データ

実証分析は、2014年に阪神地区の中小企業1,324社に行ったイノベーションの高度化要因に関するアンケート調査に基づく。昨今の厳しい経営環境下で、企業がイノベーションを継続的に創出するためには、地域に立地する企業が新しい情報を取得し、それを企業内部の経営資源と結合して、新製品・新サービスを創出し、生産方法の改善が必要である。また、ICTの高度化により、市場取引、行政事務、環境分野などでの多種多量の情報（ビッグデータ）を新しいビジネスのシーズとする取組みが始まるなど、地域での構造変化を受けて、兵庫県下での新規産業の育成を図るためには、地域内での企業集積の現状と、それを基礎とする産学官でのオープンイノベーション取組みやあり方を探求するため、調査を実施した。サンプルの収集に当たっては、各自治体や経済団体が保有するリストを用いた。サンプル数が十分集まらないとの危惧があったので、地域、業種、企業規模、これらにはこだわらず入手できた企業のすべてに郵送した。有効回答は221社から得られ、有効回答率は16.6%であった。推定に当たってはStata v. 12を用いた。

### 6.5.2 推定モデル

本稿の目的は、地場企業がイノベーションをより高次の段階に移行するには、何が必要か、さらには地方自治体の政策が有効であるか評価を行うことにある。また、イノベーションの高度化は、企業内部のR&D、経営戦略、人材といった様々な要因から実現され、その説明変数の数も多岐に渡る。このような枠組みの中で、イノベーションの高度化を説明するために、多様な要因や政策を変数として用いることができる回帰分析が適切な方法と思われる。とりわけ、高度化というダイナミックな特徴を生かすためにはパネルデータ分析が適切であるが、本稿では一回のアンケート調査によるクロスセクションのデータしか利用できないため、この分析は採用できない。そこで回帰分析の中で、被説明変数が何らかの序数で表される場合に用いられるordered probit model（順序プロビットモデル）を用いる。つまり、本稿の目的変数が4つの発展段階で表されるため、より高次のイノベーシ



ョンが実現するには、どの説明変数が有意に影響力をもつか、これを分析することができる。ordered probit は、被説明変数間を識別する閾値に有意に影響する説明変数のパラメータが確率密度関数の分布（正規分布）に基づき推計される。推定された係数は、その変数が1単位増加したときに、被説明変数が上位のランクに高度化する確率がどれだけ増加するかを与えるものである。この分析方法が、ダイナミックな意味合いもつ分析に適切と思われる<sup>10)</sup>。

被説明変数に関して、段階毎の企業数の分布は表 6.1 でみることできる。複数の段階を回答した企業については、最も高度の段階にのみ分類するのが適当であるが、このような複数回答を行った企業はなかった。また、アップグレーディングはないと回答した企業は34社であり、これらは分析対象外とした<sup>11)</sup>。表 6.1 から、最も回答数が多いのは、第2段階のイノベーションで60社である。次いで、第4段階の44社、第1と第3段階のイノベーションは同数の37社であった。商品の新規性から見ると、既存の市場に供給しているのが97社、他方新規の市場には81社である。また既存の技術を用いた企業が74社で、革新的技術を用いた企業が104社であり、後者が多くなっている。

一方、説明変数は以下のように作成した。企業規模としての従業員数と R&D 投資売上高比率、これら以外の各質問では、該当するかしないかを聞いている。従って回答は、該当しない場合はゼロ、該当する場合は1を取るダミー変数となる。アンケート調査から得られたサンプル数が十分でないので、実際の推定では要因のすべて、さらには各要因の質問項目のすべてを用いることはできなかった。そこで、まず各要因について、質問事項を一つずつ変数として用いる単回帰的な方法をとった。すべての要因についてこの推定を行った後、有意となった質問項目を全部用いたモデル（これをフルモデルと呼ぶ）を推定した。その際、どの要因の推定でも有意となった①従業員数で見た企業規模、②R&D 投資の売上比率、③オープンイノベーションの実施の有無、これらの3変数をどの要因でも共通的にコントロールして推定を行った。用いた変数の記述統計量は表 6.1 に示してある<sup>12)</sup>。

表 6.1 記述統計量

目的変数					
イノベーション III. (1), (3)	N	Min	Max	%	
1. プロダクト・イノベーションの有無	637	0	1	67.0	
2. プロセス・イノベーションの有無	637	0	1	49.0	
説明変数					
トップマネジメント II. (1-1)	N	Min	Max	Me	Q
1. 経営陣は短期的な利益を追求	632	1	5	3	1
2. ニッチ市場に特化したマネジメント	607	1	5	3	1
3. 従業員の能力は仕事の変化によって決定	629	1	5	3	1
4. 従業員に対する経営陣のオープンな成果	642	1	5	4	0.5
5. 従業員の達成目標を提案し、その結果を報酬に反映	642	1	5	4	0.5

6. 特殊技術と製品に特化したマネジメント	643	1	5	4	0.5
7. トップマネージャーが自発的にアイデアを示し、新しいビジネスを決定	641	1	5	4	0.5
8. トップマネージャーが新しいビジネスを行うためにリードする	641	1	5	4	1
<b>外部リンケージ IV. (2)</b>					
知的チャンネル	N	Min	Max	%	
大学	647	0	1	0.4	
公的研究機関	646	0	1	0.5	
取引チャンネル	N	Min	Max	Me	
仕入先（サプライヤー）	647	0	2	1	
販売先（顧客）	647	0	2	1	
<b>技術（内部イノベーション能力） III. (1)</b>	N	Min	Max	Me	Q
4. 他の企業のための自社の技術を積極的に提供	627	1	5	3	1
5. 他社から技術提案を受けている	624	1	5	3	1
6. 自社と他社の製品データと技術データの分析	624	1	5	3	1
7. パートナーの強みを理解し、互いの強みの分野で協力する	627	1	5	4	0.5
I.(3).3 中核となる独自の技術力，研究開発力	640	1	5	4	0.5
	N	Min	Max	Av	S.D.
VIII.10 特許数（過去5年間）	523	0	59	1.50	5.21
<b>R&amp;D 組織（自律性） II. (1-2)</b>	N	Min	Max	Me	Q
1. 意思決定が迅速	607	1	5	4	0.5
2. 研究開発部門に責任と権限を付与	606	1	5	4	0.5
3. チームメンバー同士で自由に話し合う	606	1	5	4	0.5
5. R&D メンバー間の競争	606	1	5	3	1
6. R&D メンバーは内部および外部から採用	604	1	5	2	1.5
8. 新しい製品とサービス開発について、部門を超えて議論	606	1	5	3	1
9. 優先順位に基づいて予算を割り当てる	605	1	5	3	1
10. 研究開発でのインセンティブおよび表彰制度	606	1	5	3	1
<b>R&amp;D 実施（方向性） II. (1-2)</b>	N	Max	Min	Me	Q
1. 新製品とサービスのアイデアは企業内で生まれる	627	1	5	3	1
2. 基礎的研究と製品開発の研究が連携されている	625	1	5	3	0.5
3. 研究開発が製品化・サービス化に結びついている	625	1	5	3	1
4. 自社の技術を積極的に外部に提供している	627	1	5	3	1
5. 他社から技術的な提案を受けている	624	1	5	3	1
6. 自社や競合他社の製品と技術の両方のデータを分析	626	1	5	3	1
7. 連携企業とお互いが強みを持つ分野で協力	627	1	5	4	0.5
8. 中心事業に集中し、他の事業はアウトソーシング	625	1	5	3	1
9. 幅広い市場でなく、いくつかの市場に絞込む	624	1	5	4	0.5
10. 新製品のアイデアは、顧客から得たものが多い	628	1	5	3	1
<b>ICT 利活用 VI. (4)</b>	N	Max	Min	Me	Q
2. ICT は製品の広告をサポートする	612	1	5	3	1
3. ICT は意思決定のスピードを速める	615	1	5	3	0.5
4. ICT は新製品の開発期間を短縮する	601	1	5	3	0.5
5. ICT は新製品およびサービス開発数を増加させる	601	1	5	3	0.5
6. ICT は消費者のニーズを容易に獲得する	608	1	5	3	0.5
<b>企業属性 VIII.</b>	N	Max	Min	Av	S.D.

1. 営業開始年	626	1854	2011	1969	23.30
2. 資本金 (Log)	638	2.3	11.1	7.85	1.02
3. 従業員数	621	1	600	50.6	51.40
10. 保有する特許数 (直近 5 年間)	523	0	59	1.50	5.21
12. 販売高に占める R&D 投資の割合	478	0	70	2.60	5.20

注：質問に対する回答の度数分布は、本文での質問に関する説明の箇所で記述した。

従業員数で見た企業規模に関する質問は、9 個の階級からなるカテゴリカルデータであり、回答は表 6.2 で表される。

表 6.2 従業員数で見た企業規模

階級	1	2	3	4	5	6	7	8	9
規模	4 人 未満	4～9 人	10～19 人	20～49 人	50～99 人	100～ 299 人	300～ 499 人	500～ 999 人	1000 人 以上
度数	6	18	33	63	39	42	6	4	9
%	2.7	8.2	15.0	28.6	17.7	19.1	2.7	1.8	4.1

### 6.5.3 有意な要因の特定化

以上説明した手順に従って、要因毎に関連する質問項目の中の一つとコントロール変数を説明変数として推定した。以下、結果を記載する。

#### 6.5.3.1 要因 3：アイディアの源泉

まず、要因 3 のアイディアの源泉に関する推定結果は表 6.3 で示した。アイディアの源泉に関する変数は 4 つあるため、推計結果は 4 つ得られるが、推定結果を見やすくするために、推定統計量は有意となった質問項目にのみ記載した。「市場動向をもとに自社で発案」のみが 5%水準で有意となった。これらの結果は、滋野他（2017）とは異なり、特定の顧客や仕入れ先からの提案・要望といった取引経路を通じた情報やアイディアは有意とならなかった。

表 6.3 アイディアの源泉

	Coeff.	S. E.	Z	P>z	
従業員数	0.398	0.099	4.01	0.000	***
R&D 投資売上高比率	0.094	0.027	3.44	0.001	***
オープンイノベーション（有無）	1.16	0.327	3.55	0.000	***
市場動向をもとに自社で発案	0.865	0.42	2.06	0.040	**
(以下の変数は非有意)					
顧客との取引情報をもとにして自社で発案					
最新の技術情報をもとに自社で発案					
競合企業の動向をもとに自社で発案					
自社独自のアイディアをもとに発案					
Observation	161				
Pseudo R-squared	0.108				
Log likelihood	-225.224				

注：\*\*\*, \*\*はそれぞれ有意水準 1%、5%を示す。

### 6.5.3.2 要因 4：問題解決

問題解決の要因の推定結果は表 6.4 に示してある。有意となった質問は、「必要とする技術を有する機関（大学・公設研究機関等）から指導を受ける、あるいは共同研究を行う」であった。表 6.4 から回答企業の 61%がオープンイノベーションを実施していることが分かる。実際、実地調査を行った企業では、直接、あるいはコンソーシアムといった形で大学の研究室と連携していると回答した企業が多かった（Tsuji et al. 2017）。人材の中途採用や M&A は近年増加しているが、まだ欧米に比して多くはないので、有意にはならなかったと思われる。

表 6.4 問題解決

	Coeff.	S. E.	Z	P>z	
従業員数	0.394	0.099	3.99	0.000	***
R&D 投資売上高比率	0.095	0.027	3.50	0.000	***
オープンイノベーション（有無）	0.904	0.333	2.71	0.007	***
必要とする技術を有する機関（大学・公設研究機関等）から指導を受ける、あるいは共同研究を行う	1.067	0.313	3.40	0.001	***
(以下の変数は非有意)					
自社内で担当者を決め、独学で必要な技術を習得させる					
講習会に従業員を参加させる					
必要とする技術を有する専門家を系列親（子）企業から派遣してもらう					
必要とする技術を有する専門家を系列親（子）企業以外から招聘し、指導を受ける					
必要とする技術を保有する者を雇用する					
必要な技術を有する企業と提携（ライセンスング）あるいは買収する					
Observation	161				
Pseudo R-squared	0.124				
Log likelihood	-221.42				

注：\*\*\*は有意水準 1%を示す。

### 6.5.3.3 要因 5：人材育成

人材育成の推定結果は表 6.5 に示した通りである。この場合も、質問「従業員の潜在能力を高める仕組みをもっている」が唯一有意となった。これも予想外の結果であり、日本企業で普遍的に行われている研修や講演会への参加、あるいは熟練者からの技術やノウハウの移転は、前者に対しては4分の3が、後者では3分の1以上の企業が選択しているが、有意とならなかった。

表 6.5 人材育成（HRD）

	Coeff	S. E.	Z	P>z	
従業員数	0.383	0.099	3.92	0.000	***
R&D 売上高比率	0.084	0.026	3.24	0.001	***
オープンイノベーション（有無）	1.110	0.326	3.41	0.001	***
従業員に高い業務を与え、潜在能力が発揮できる環境を作る	1.423	0.494	2.88	0.004	***
（以下の変数は非有意）					
従業員の費用負担で能力開発に取り組ませる					
会社が費用を負担し、研修または講習会に参加させる					
系列親（子）企業に依頼し、能力が高まるよう指導を依頼					
その他の取引先に依頼し、能力が高まるよう指導を依頼					
先輩従業員（熟練者）とペアを組むことにより、知識・技能を移転させる					
従業員に高い業務を与え、潜在能力が発揮できる環境を作る					
Observations	160				
Pseudo R-squared	0.117				
Log likelihood	-223.047				

注：\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%を示す。

### 6.5.3.4 要因 6：事業戦略

この要因に関する推定結果は表 6.6 に示されている。有意となった質問項目は「技術、研究開発の面での経験を生かせる分野に重点をおいている」であり、これは実地調査やこれまで検討してきた改良型の高度化の趣旨と合致している。事業リスクを最小にして、利益の最大化を目指す場合、多くの中小企業がこのような考えで事業展開を考えていると思われる。

以上の推定から、有意となった要因の質問事項をまとめてみると以下ようになる。

要因 3：アイディアの源泉 市場動向をもとに自社で発案

要因 4：問題解決	必要な技術を有する大学、公設研究機関との連携
要因 5：人材育成	従業員に高い業務を与え、潜在能力を発揮させる環境を作る
要因 6：事業戦略	技術、研究開発の面での経験を生かせる分野

表 6.6 事業戦略

	Coeff.	S. E.	Z	P>z	
従業員数	0.434	0.102	4.26	0.000	***
R&D 売上高比率	0.089	0.025	3.59	0.000	***
オープンイノベーション（有無）	1.050	0.325	3.23	0.001	***
技術、研究開発の面での経験を生かせる分野に重点 （以下の変数は非有意）	0.700	0.349	2.01	0.045	**
既存事業の拡張、充実に重点をおいている					
技術、研究開発の面での経験を生かせる分野に重点					
販売面での経験、流通チャネルを生かせる分野に重点					
技術面、販売面双方での経験を同時に生かせる分野に重点					
成長市場や成長製品指向し、無関連な分野に重点					
固定的な戦略に従わず、その都度弾力的に対処					
Observations	160				
Pseudo R-squared	0.109				
Log likelihood	-223.855				

注：\*\*\*、\*\*はそれぞれ有意水準 1%、5%を示す。

#### 6.5.4 フルモデル

前項では、要因の項目一つ一つについて、単回帰のように推定したが、有意となった変数をすべて用いると、すべての変数が有意となるか分からない。この点を確認するために、有意となった個別要因の変数 4 つのすべてと、コントロール変数 3 つを加えて推定した。これをフルモデルと呼ぶ。フルモデルの推定結果は表 6.7 で示されている。これまで有意となった質問項目のすべてを用いて推定しても、それらはすべてが正に有意となり、イノベーションの高度化を促進するとの結果を得た。



表 6.7 フルモデルの推定結果

	Coeff.	S. E.	Z	P>z	
従業員数	0.460	0.103	4.46	0.000	***
R&D 売上高比率	0.089	0.026	3.37	0.001	***
オープンイノベーション（有無）	0.881	0.337	2.61	0.009	***
市場動向をもとに自社で発案	0.963	0.444	2.17	0.030	**
必要な技術を有する大学、公設研究機関との連携	0.954	0.324	2.94	0.003	***
従業員に高い業務を与え、潜在能力を発揮させる	1.402	0.546	2.57	0.010	***
研究開発ではこれまでの経験を生かせる分野に重点	0.852	0.366	2.33	0.020	**
Observations	160				
Pseudo R-squared	0.156				
Log likelihood	-211.925				

注：\*\*\*、\*\*はそれぞれ有意水準 1%、5%を示す。

表 6.7 の推定結果から、企業規模が大きいほど、また R&D 投資売上比率が高いほど、高度化に貢献する。また、地域の大学等とのオープンイノベーションに参画していることもプラスに役立つ。イノベーションのアイディアは、特定の顧客や仕入れ先といった取引経路ではなく、マーケットの動向をみて独自に考案している。技術問題が生じたときには、大学や研究機関といった知的経路から支援を受けている。人材育成では、どのように従業員の潜在能力を高めていくか、この仕組みをもっている。R&D ではリスクを回避し、着実に成果が見込めるように行っている。これらの結果は、先行研究の結果と基本的に相違はなく、現実の高度化とも整合的であろう。

イノベーションを推進する要因について、先行研究や本研究の他の結果と比較してみよう。イノベーションのアイディアの源泉としての「市場動向をもとに自社で発案」は、これまでの結果とは若干異なる。例えば、前章のモデルでは、アイディアは「経営者」と「知的経路」が特定化されたが、このモデルでは「経営者」を含む企業内部から生まれることが示された<sup>13)</sup>。人材の育成では、Thomä（2017）は、ドイツの人材育成策として従業員が学生時に職業教育・訓練制度（vocational education and training）を受講していることを挙げている。これは OFFTB（企業外研修）であるが、人材育成を重視しているといえる。研究開発については、前章のモデルでは、経営者は「R&D 自律性」と「R&D 方向性」について有意に影響を与えていた（図 5.1、p.105）。これは「研究開発ではこれまでの経験を生かせる分野に重点」と整合的である。経営者は R&D に当たっては、これまでの経験や実績を基礎にその方向性や組織を勘案すると思われる。

## 6.6 兵庫県 の地域産業政策の評価

### 6.6.1 地域産業政策とその効果：先行研究

地域でのイノベーション振興といった政策の評価に関する先行研究は少ない。しかし、欧米では、UNDP や OECD 等を中心に政策評価の手法や、地方自治体の産業政策を評価した研究が数多くある（OECD, 2007）。わが国の中小企業への公的支援策は一般的に補助金を中心で、戦略的な経営ノウハウ提供などの支援は少ない。このような支援は各地の公設試、自治体の工業技術センターや産業振興機関などに限られる（江島、2006）。また、自治体の中小企業の政策に関する一般的な研究は少なくないが、その効果について理論的に解明したものは極めて乏しい（名取、2014；野下 2016）。地域産業政策の評価には、国レベルの政策評価と異なる課題もある。例えば石井（2010）は、中小企業・ベンチャー企業政策は、多様な企業に多様な支援を実施するため、業界 構造の変化などの影響を評価に入れる必要があり、評価手法の「幅と深さ」を求めている。本多（2016）は、中小企業政策のあり方は自治体独自のものであり、政策評価についても自治体の個別事情を考慮する必要性を指摘している。これらの先行研究の手法は、地場産業の訪問やアンケート調査データの集計やクロス集計が主で、これは厳密な方法論に立脚する欧米の先行研究や本稿とやや異なる。

#### 6.6.2 兵庫県の内容

本稿では阪神地区の地場企業を扱っているので、兵庫県が実施している地域産業政策を取り上げ、それがイノベーションの高度化へ効果をもったかどうかを検討する。アンケート調査では、次の政策について採択されたかどうかを聞いた。

- 1) 兵庫県立ものづくり大学校
- 2) ひょうご産学官連携コーディネーター協議会
- 3) 企業立地支援制度
- 4) 兵庫県 COE プログラム推進事業
- 5) 中小企業向け融資制度
- 6) 中小企業支援ねっとひょうご

以下では、これらの政策の概要を簡潔に示す。

##### 1) 兵庫県立ものづくり大学校

兵庫県立ものづくり大学校は、ものづくり人材の育成・確保を図るための教育研修施設と、ものづくりの楽しさ、大切さを学び、ものづくりへの興味や関心を即すための体験施設の 2 つの機能を一体化した施設である。近年、技術者の退職や若者のものづくり離れが進み、製造業の事業所で技能系社員が不足する中で、兵庫のものづくり産業を支える人材力の強化が急務なため、①次代を担う人材育成、②匠の後継者育成、③技能レベルに応じた在職者訓練などを行う目的で、2011 年に開校した。兵庫県立ものづくり大学校は職業訓練学校

であり、近年減りつつある製造業、建設関連等の技術を持ったスペシャリストを育成する施設である。

研修コースは2種類あり、1年コースでは、住宅系（30名）、機械系（25名）、金属系（40名）の3コースがある。6か月コースには、CADコース（40名）があり、総定員は155名である。いずれも選考試験があり、受験はハローワークを通じてまたは直接大学に申し込む。なお、授業料は無料である。

人材の高度化のための訓練コースの一例をあげると、ものづくり技能基礎講座では、入社1～2年目程度の新入社員及び入門者を対象とした基礎技能の習得講座を実施している。これに対して、ものづくり技能応用講座では、中堅・若手技能者を対象とした熟練技能の継承を目指すための産業用ロボットの導入から操作・運用を学ぶ「産業用ロボット特別教育」や、「切削加工におけるコストダウンの進め方」など、プロセスイノベーションに関わる在職者訓練コースがある。このほか、委託訓練では、民間の教育訓練施設や企業等に委託した在職者向け訓練を行っており、事務OAやWEB系などICT関連分野の訓練コースがある。

## 2) ひょうご産学官連携コーディネーター協議会

兵庫県には、SPring-8、スーパーコンピュータ「京」をはじめとする先端研究施設をはじめ、多くの大学が立地する全国有数の学術研究の集積地域がある。このポテンシャルを活かしてこれまで研究成果の産業化を進めてきたが、今後、さらなる産業化を図るためには、産業界と研究機関との早い時期からの交流、コーディネーターの連携強化やスキルアップが必要とされている。そこで、大学・高専、研究機関、産業支援機関のコーディネーター間の情報交換やネットワークの構築を図ることで、コーディネーターのさらなる専門能力の向上を支援すると共に、本協議会の活動を通じて成長性が高い分野を中心に課題やニーズを抽出し、対応策を協議し、兵庫県下の企業・大学の産学連携ニーズに効果的に対応するため、兵庫県の要請を受けて（公財）新産業創造研究機構（NIRO）を事務局とする「ひょうご産学官連携コーディネーター協議会」が2011年に設立された。

本協議会は、県内で活躍しているコーディネーターをはじめ、大学・企業などから構成されている。現在コーディネーターの会員数は120名で、神戸大学ほか県下の大学・高専、科学技術振興機構（JST）や新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）など国の団体、兵庫工業会、神戸市機械金属工業会、商工会議所など各種団体、特許事務所、特許事務所、技術士事務所、監査法人、地域金融機関、自治体から構成されている。

主な活動として、情報交換会、活動報告会、交流会の開催、研究会に係る大学、企業等からの相談対応などを実施している。具体的には、大学や研究機関の研究支援人材（コーディネーター）の連携強化、企業と研究者のマッチングや競争的資金の獲得支援等に対応するためのスキルアップに取り組むほか、情報交換会、産学連携コーディネーターUPセミ

ナー、ひょうご産学官連携研究会を主催している。ひょうご産学官連携研究会は、環境・エネルギー分野の技術動向・市場動向を把握する機械を設けるとともに、大学等が保有するシーズや最先端技術の情報提供や中小企業の市場参入可能性を示唆し、ビジネスマッチングの機会設定を目指している。なお、会員数は、企業 127 社、個人 38 名である。

### 3) 兵庫県企業立地支援制度

「産業立地の促進による経済及び雇用の活性化に関する条例」（2002 年）、「兵庫県地域創生条例」（2015 年）に基づき、中小企業支援ネットひょうごは、「挑戦する中小企業の応援団」として、県下の中小企業支援機関をネットワーク化し、(公財) ひょうご産業活性化センターを中核機関として、県内 19 の支援機関と 30 の連携団体から構成され、関係機関の連携により中小企業・小規模事業者への総合的・集中的な経営支援を行っている（表 6.8）。実務経験豊かな「総括コーディネーター」を配置し、創業支援や技術支援機関等のイベント・新着情報や人材育成研修や経営セミナーなど中小企業支援ネットひょうご構成機関の支援策を一括掲載し、各種支援策の公募案内、中小企業メール相談等総合的な支援を行っている。

具体的には、経営の革新や第二創業にチャレンジする意欲の高い中小企業を「成長期待企業」として選定し、企業のニーズに応じた支援を集中的に実施している。2018 年 3 月末現在、464 社を成長期待企業として選定している。概ね 2 か月に 1 回、新しく選定された企業のプレゼンやセミナー、情報交換会を行うほか、経営者の学びの場やネットワークを広げる交流の場として、「ひょうご成長期待企業」を開催している。成長期待企業に対して、以下の支援策を実施している。

（ア）技術、経営、金融、雇用等に関する相談：県内の産業支援機関、大学、金融機関等が連携して中小企業の多様なニーズに応えた相談を行っている。各支援機関で対応が困難な場合は最適な支援機関を紹介し、対応した相談の処理結果を事後に紹介先機関から報告を共有することにより、「支援ネット」全体としての総合相談機能を高めている。

（イ）成長期待企業の発掘・育成：各支援機関の施策をコーディネートする総括コーディネーターやシニアマネージャー、マネージャーを配置して育成に取り組んでいる。さらに、経営革新、第二創業などを目指して資金調達、技術開発、雇用確保などの課題解決のために前向きに取り組む企業を「成長期待企業」として選定し、事業の成長・発展を支援している。

表 6.8 産業立地条例による産業立地促進制度の概要)

・建物等の設備投資を行う場合

区分		工場等	研究開発施設	本社機能
税 軽 減	法人事業税	1/2 軽減・2 億円限度		
		指定拠点地区 1/3 軽減（5 年間）その他 1/4 軽減（5 年間）	1/3 軽減（5 年間）	
補 助 金	設備補助	設備投資額の 3%	設備投資額の 5%	
	雇用補助	新規世紀雇用 30 万円/人、限度額 3 億円		
融 資	拠点地区進出 貸付	利率年 0.75%、15 年以内、限度額 100 億円		

・オフィスビル等に入居する場合

区分		事業所	研究開発施設	本社機能
税 軽 減	法人事業税	軽減率 1/4（5 年間） 新規正規雇用 11 人以上など	軽減率（指定拠点地区 1/3、その他 1/4 軽減（5 年間）、新規正規雇用 11 人以上など	軽減率 1/3（5 年間） 新規正規雇用 11 人以上など
		都市再生高度業務地区、国際経済地区は軽減率 1/3（5 年間）、占有面積 3,000 m <sup>2</sup> 以上など		
補 助 金	賃料補助	県内企業、補助率 1/2、新規正規雇用 11 人以上、補助額 1,500 円/m <sup>2</sup> 、限度額 200 万円、3 年以内	補助率 1/2、新規正規雇用 11 人以上、補助額 1,500 円/m <sup>2</sup> 、限度額 200 万円、3 年以内	補助率 1/2、新規正規雇用 11 人以上、補助額 1,500 円/m <sup>2</sup> 、限度額 200 万円、3 年以内
	国際経済特区	補助率 1/2、外国外資系企業、補助額 1,500 円/m <sup>2</sup> 、限度額 200 万円、3 年以内	補助率 1/2、新規正規雇用 11 人以上、補助額 1,500 円/m <sup>2</sup> 、限度額 200 万円、3 年以内	
	外資系企業設立支援補助		国際経済地区、補助率 1/2、補助額市場調査経費等 100 万円など	
融 資	拠点地区進出貸付	年利率 0.75%、15 年以内、限度額 100 億円、指定拠点地区、県内常用雇用 11 人以上		

出所：「2018 ひょうご立地支援」（兵庫県産業労働部産業振興局産業立地室）を参考に筆者作成

#### 4) 兵庫県 COE プログラム推進事業

先端医療関連（創薬・医療機器等）、次世代エネルギー・環境（水処理、水素等）、高度



技術関連（航空宇宙、ロボット等）等成長分野の産業の創出を図るため、2003年度より始まった産学官連携による萌芽的な研究調査の支援、立ち上がり期の準備的な研究プロジェクトの本格的な研究開発への移行を支援する提案公募型の研究補助制度である。補助は、「可能性調査・研究」と「応用ステージ研究」とがある。

「可能性調査研究」は、産学官連携による共同研究体制の構築とともに、先行技術や市場調査及び予備的実験を中心とした萌芽的・準備的なレベルの調査研究を支援する。

「応用ステージ研究」は、産学官連携による応用研究段階の共同研究チームに対し、国や企業の大型研究プロジェクトなど、本格的な研究開発段階への移行を支援する（表 6.9）。2018年度の採択状況を見ると、可能性調査・研究は5件、応用ステージ研究は7件である。採択された研究例を表 6.10 に記す。

表 6.9 兵庫県最先端技術研究事業（COE プログラム）【応用ステージ研究】

区分	可能性・調査研究	応用ステージ研究
対象産業分野	1.先端医療関連（創薬・医療機器等） 2.次世代エネルギー・環境（水処理、水素等） 3.高度技術関連（航空宇宙、ロボット等） 4.オンリーワン技術（競争力のある優れた技術・ノウハウの獲得を目指し、今後県の産業の発展に期待できる研究開発）	
補助対象者	産学官で構成される共同研究チーム要件 1.「産・学・官」、「産・学」、「産・官」のいずれかで構成 2.「産」のうち兵庫県内に事業所を有し、かつ兵庫県内で研究活動を行っている中小企業者を少なくとも1者含むこと 3.対象産業分野の事業拡大もしくは新規参入を目的として実施する研究で、共同研究に参画する県内中小企業者が当該研究成果を活用した事業化計画を有していること	
1 課題あたり補助金額	10～100 万円/課題	100～1,000 万円/課題
補助率	定額（補助率 100%）	
対象経費	研究（調査、試験分析、試作を含む）に必要な経費	
補助期間	1 年間	原則 1 年間（最大 2 年間）

注：＊は中小企業用

出所：兵庫県 COE プログラム HP より筆者抜粋・加筆



表 6.10 2018 年度兵庫県最先端技術研究事業（COE プログラム）【応用ステージ研究】  
新規採択研究プロジェクトの例

区分	可能性・調査研究	応用ステージ研究
対象産業分野	1.先端医療関連（創薬・医療機器等） 2.次世代エネルギー・環境（水処理、水素等） 3.高度技術関連（航空宇宙、ロボット等） 4.オンリーワン技術（競争力のある優れた技術・ノウハウの獲得を目指し、今後県の産業の発展に期待できる研究開発）	
補助対象者	産学官で構成される共同研究チーム要件 1.「産・学・官」、「産・学」、「産・官」のいずれかで構成 2.「産」のうち兵庫県内に事業所を有し、かつ兵庫県内で研究活動を行っている中小企業者を少なくとも 1 者含むこと 3.対象産業分野の事業拡大もしくは新規参入を目的として実施する研究で、共同研究に参画する県内中小企業者が当該研究成果を活用した事業化計画を有していること	
1 課題あたり補助金額	10～100 万円/課題	100～1,000 万円/課題
補助率	定額（補助率 100%）	
対象経費	研究（調査、試験分析、試作を含む）に必要な経費	
補助期間	1 年間	原則 1 年間（最大 2 年間）

出所：平成 30 年度「兵庫県最先端技術研究事業(COE プログラム)」の概要

## 5) 中小企業向け融資制度

金融機関及び兵庫県信用保証協会のもと、県内の中小企業者が県内において必要とする資金を原則として「低利」、「固定」、「長期」で供給し、経営の安定と発展を図るため、事業展開融資、経営安定融資等において、新分野進出資金、設備投資、立地資金等を 1967 年より行っている。

兵庫県は取扱金融機関に融資原資の一部を取扱金融機関に預託し、県の定める融資条件で中小企業者に融資している。対象は、原則として県内に事業所を有し、信用保証協会の保証対象業種に属する中小企業者及び組合等（NPO 法人含む）である。

対象企業は、資本金 5000 万円以下の小売業・サービス業であり、ゴム製品製造業やソフトウェアまたは情報処理サービス業、旅館業は、資本金額や従業員数の基準が異なる。

なお、神戸市も「こうべ挑戦企業支援貸付」など、独自の事業貸付制度があるが、2017 年度より一元化された。兵庫県の融資制度のうち、イノベーションに関わりがあるとみられる貸付項目を下表に記す。

金融機関及び兵庫県信用保証協会のもと、県内の中小企業者が県内において必要とする資金を原則として「低利」、「固定」、「長期」で供給し、経営の安定と発展を図るため、事業展開融資、経営安定融資等において、新分野進出資金、設備投資、立地資金等を行う。

兵庫県は取扱金融機関に融資原資の一部を取扱金融機関に預託し、県の定める融資条件で中小企業者に融資している。対象は、原則として県内に事業所を有し、信用保証協会の保証対象業種に属する中小企業者及び組合等（NPO 法人含む）である。

対象企業は、資本金 5000 万円以下の小売業・サービス業であり、ゴム製品製造業やソフトウェアまたは情報処理サービス業や旅館業は、資本金額や従業員数の基準が異なる。

なお、神戸市も「こうべ挑戦企業支援貸付」など、独自の事業貸付制度があるが、2017 年度より一元化された。兵庫県の融資制度のうち、イノベーションに関わりがあるとみられる貸付項目を表 6.11 に記す。

さらに、中小企業振興施策を総合的に推進し、地域の経済の発展、雇用の促進及び県民生活の向上を図るため中小企業の振興に関する県内中小企業向け融資制度が、平成 27 年 10 月に新たに制定された。県の施策分野として、中小企業支援体制等強化、事業活動を行う人材確保及び育成、雇用環境整備、新事業展開等促進、販路拡大支援、受注機会増大、創業等促進、事業承継の促進、地場産業の振興、商店街の活性化を規定している。

表 6.11 中小企業向け融資制度の概要

資金名	用途	限度額	利率	融資期間	申し込みできる企業
第二創業貸付	設備 運転	1 億円	1.10%	10 年	現在の事業と異なる新分野に進出
事業応援貸付					融資後概ね 2 年以内に売り上げの増加が見込まれるなど、事業展開への各種取組みを行う
経営革新貸付		設備 2 億円 運転 1 億円	0.70%		県の経営革新計画の認定を受けた
海外市場開拓 支援貸付					県内において事業を継続しつつ、海外事業を展開しようとする
新技術・新事業 創造貸付					2 億円（うち 運転 1 億円）

出所：兵庫県 HP より抜粋

## 6) 中小企業支援ねっとひょうご

「中小企業支援ネットひょうご」は、「挑戦する中小企業の応援団」として、県下の中小企業支援機関をネットワーク化し、(公財) ひょうご産業活性化センターを中核機関として、2003 年、県内 19 の支援機関と 30 の連携団体から構成され、関係機関の連携により中小企業・小規模事業者への総合的・集中的な経営支援を行っている（表 6.12）。実務経験

豊かな「総括コーディネーター」を配置し、創業支援や技術支援機関等のイベント・新着情報や人材育成研修や経営セミナーなど中小企業支援ネットひょうご構成機関の支援策を一括掲載し、各種支援策の公募案内、中小企業メール相談等総合的な支援を行っている。

具体的には、経営の革新や第二創業にチャレンジする意欲の高い中小企業を「成長期待企業」として選定し、企業のニーズに応じた支援を集中的に実施している。2018年3月末現在、464社を成長期待企業として選定している。概ね2か月に1回、新しく選定された企業のプレゼンやセミナー、情報交換会を行うほか、経営者の学びの場やネットワークを広げる交流の場として、「ひょうご成長期待企業」を開催している。成長期待企業に対して、以下の支援策を実施している。

(ア) 技術、経営、金融、雇用等に関する相談：県内の産業支援機関、大学、金融機関等が連携して中小企業の多様なニーズに応えた相談を行っている。各支援機関で対応が困難な場合は最適な支援機関を紹介し、対応した相談の処理結果を事後に紹介先機関から報告を共有することにより、「支援ネット」全体としての総合相談機能を高めている。

(イ) 成長期待企業の発掘・育成：各支援機関の施策をコーディネートする総括コーディネーターやシニアマネージャー、マネージャーを配置して育成に取り組んでいる。さらに、経営革新、第二創業などを目指して資金調達、技術開発、雇用確保などの課題解決のために前向きに取り組む企業を「成長期待企業」として選定し、事業の成長・発展を支援している。

表 6.12 中小企業支援ねっとひょうごを構成する公的支援機関一覧

支援の種別	支援機関名
創業支援機関・経営革新支援機関（8 団体）	（公財）ひょうご産業活性化センター、兵庫県信用保証協会、兵庫県中小企業団体中央会、商工会議所 18 箇所、兵庫県商工会連合会商工会 28 箇所、（公財）神戸市産業振興財団、（公財）尼崎地域産業活性化機構、（一財）明石市産業振興財団
技術支援機関（7 団体）	兵庫県立工業技術センター、（公財）新産業創造研究機構（NIRO）、（公財）ひょうご科学技術協会）、（一社）兵庫県発明協会、（一財）近畿高エネルギー加工技術研究所（AMPI）ものづくり支援センター、（公財）先端医療振興財団、（公社）兵庫工業会
能力開発・雇用支援機関（4 団体）	（公財）兵庫県勤労福祉協会、（一財）兵庫県雇用開発協会、（独）高齢・障害・求職者雇用支援機構兵庫職業訓練支援センター、兵庫県職業能力開発協会

出所：兵庫県「中小企業支援ネット構成機関一覧」

### 6.6.3 分析企業の採択状況

以上の兵庫県の支援政策に対して、分析に用いた企業に関して採択状況を表 6.13 に要約した。政策の中では、兵庫県立ものづくり大学校が最も多く 14 企業が採択されている。次いで兵庫県 COE プログラム推進事業と中小企業向け融資制度が 11 企業、企業立地支援制度が 6 企業、ひょうご産学官連携コーディネーター協議会と中小企業支援ネットひょうごが各 1 企業である。また、企業をイノベーションの段階毎に見ると、第 2 段階の 16 企業が最も多い。次いで、第 3 段階が 13 企業、第 4 段階が 11 社、第 1 段階企業が最小の 4 社である。本稿のアップグレード定義では、商品（市場）の新規性で見ると第 2 と第 3 段階で分割されている。その意味で、第 2 と第 3 が相対的に多いのは、これらの企業はより高度化の意欲が高いからかもしれない。第 1 段階の企業は、申請するほどの技術力をもたないから、申請自体が少ない可能性がある。

表 6.13 イノベーションタイプ別の政策採択企業数

中小企業政策	イノベーション段階				合 計
	第 1	第 2	第 3	第 4	
兵庫ものづくり大学校	3	5	3	3	14
ひょうご産学官連携コーディネーター協議会	0	0	1	0	1
企業立地支援制度	1	1	3	1	6
兵庫県 COE プログラム推進事業	0	5	1	5	11
中小企業向け融資制度	0	5	4	2	11
中小企業支援ネットひょうご	0	0	1	0	1
合 計	4	16	13	11	44

出所：筆者

### 6.6.4 政策効果の推定方法と結果

ここでは以上の 6 つの政策のイノベーションの高度化への効果を分析する。推定に当たっては、すべての政策変数を同時に用いず、第 4 節で用いたように政策の一つずつを単回帰的に推定した。コントロールする変数は、前節と同様に企業規模、R&D 投資売上比率、オープンイノベーションの有無である。推定結果は表 6.17 に示した。「兵庫ものづくり大学校」と「ひょうご産学官連携コーディネーター協議会」の 2 つが単独で有意となり（Case 1、表 6.14；Case 2、表 6.15）、また両者を同時に変数に加えても両者とも有意となった（Case 3、表 6.16）。以上から、この二つの政策が地場企業のイノベーションの高度化に貢献していることが分かった。その理由として、「兵庫ものづくり大学校」は採択されている企業数が最も多いことが関連していると思われる。しかし、「ひょうご産学官連携コーディネーター協議会」は採択されている企業数が最も少ないことから、この政策がイノベーションの高度化に貢献していることが分かった。

ネーター協議会」は、サンプル企業の中では一社しか採択されていない。この点、さらなる検討が必要であろう<sup>14)</sup>。

表 6.14 政策のイノベーション高度化への効果 I : Case 1

実現したイノベーション (Case 1)	Coef.	Std. Err.	Z	P>z	
従業員規模	0.396923	0.099569	3.99	0	***
R&D 売上高比率	0.096625	0.026873	3.6	0	***
オープンイノベーションへの取組 (有無)	1.175579	0.326197	3.6	0	***
兵庫県立ものづくり大学校	0.906353	0.54424	1.67	0.096	*
Observations	161				
Pseudo R-squared	0.105				
Log likelihood	-225.977				

注：\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%を示す。

表 6.15 政策のイノベーション高度化への効果 II : Case 2

実現したイノベーション(Case 2)	Coef.	Std. Err.	z	P>z	
従業員規模	0.408452	0.099605	4.1	0	***
R&D 売上高比率	0.093845	0.026094	3.6	0	***
オープンイノベーションへの取組 (有無)	1.18044	0.326693	3.61	0	***
ひょうご産学官連携コーディネーター協議会	3.039986	1.499572	2.03	0.04	**
Observations	161				
Pseudo R-squared	0.153				
Log likelihood	-213.993				

注：\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%を示す。

表 6.16 政策のイノベーション高度化への効果 III : Case 3

実現したイノベーション(Case3)	Coef.	Std. Err.	z	P>z	
従業員規模	0.421153	0.100931	4.17	0	***
R&D 売上高比率	0.099342	0.027152	3.66	0	***
オープンイノベーションへの取組 (有無)	1.235751	0.329401	3.75	0	***
ひょうご産学官連携コーディネーター協議会	3.206638	1.503858	2.13	0.03	**
兵庫県立ものづくり大学校	0.958150	0.548144	1.75	0.08	*
Observations	161				
Pseudo R-squared	0.113				
Log likelihood	-224.184				

注：\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%を示す。

以上の推定結果をまとめたのが表 6.17 である。

表 6.17 政策のイノベーション高度化への効果 IV：まとめ

	Case 1	Case 2	Case 3
従業員数	0.397*** 0.100	0.408*** 0.100	0.421*** 0.101
R&D 売上高比率	0.097*** 0.027	0.094*** 0.026	0.099*** 0.027
オープンイノベーション（有無）	1.176*** 0.326	1.180*** 0.327	1.236*** 0.329
兵庫県立ものづくり大学校	0.906* 0.544		0.958* 0.548
ひょうご産学官連携コーディネーター		3.040** 1.500	3.207** 1.504
Observations	161	161	161
Pseudo R-squared	0.105	0.153	0.113
Log likelihood	-225.977	-213.993	-224.184

注 1：\*\*\*、\*\*、\*はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%を示す。

注 2：推定された係数の下の数値は S.E.である。

#### 6.6.5 政策の伝播過程

次に、イノベーションの高度化に有意に効果があった「兵庫ものづくり大学校」と「ひょうご産学官連携コーディネーター協議会」について、それらがいかに企業のイノベーションの高度化に作用するのかを分析してみよう。このための方法として、これら二つの政策変数と、前節で有意となった要因の質問項目とのクロス項を変数に加えた。つまり、政策が高度化のどの要因と相まってイノベーションの高度化を高めたかを分析するのである。このとき、当該の政策変数と質問項目自体も単独の変数として加えた。

推計の結果は、次のようになった。用いた政策変数と質問項目に関してはそれぞれ単独のものは有意とならなかったが、クロス項は有意となった。クロス項について有意となった政策は、「兵庫ものづくり大学校」（Case 1：表 6.18）と「ひょうご産学官連携コーディネーター協議会」（Case 2：表 6.19）であり、一方要因では、HRD 中の「従業員に高い業務を与え、潜在能力が発揮できる環境を作る」であった（それぞれ  $p<0.10\%$ 、 $p<0.05$ ）。



表 6.18 政策の伝播過程 I : クロス項 Case 1

実現したイノベーション	Coef.	Std. Err.	z	P>z	
従業員規模	0.383323	0.098534	3.89	0	***
研究開発割合	0.093869	0.026328	3.57	0	***
オープンイノベーション（有無）	1.178089	0.32609	3.61	0	***
兵庫ものづくり大学*従業員に高い業務を与え、潜在能力が発揮できる環境を作る	2.434574	1.2992	1.87	0.06	*
Observations	161				
Pseudo R-squared	0.107				
Log likelihood	-225.519				

注：\*\*\*、\*\*、\* はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%を示す。

表 6.19 政策の伝播過程 II : クロス項 Case 2.

実現したイノベーション	Coef.	Std. Err.	z	P>z	
従業員規模	0.408452	0.099605	4.10	0	***
研究開発割合	0.093845	0.026094	3.60	0	***
オープンイノベーション（有無）	1.180440	0.326693	3.61	0	***
ひょうご産学官連携コーディネーター協議会*従業員に高い業務を与え、潜在能力が発揮できる環境を作る	3.039986	1.499572	2.03	0.04	**
Observations	161				
Pseudo R-squared	0.106				
Log likelihood	-225.734				

注：\*\*\*、\*\*、\* はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%を示す。

さらに念のために、前節の推定で有意とならなかった要因の質問項目すべてについて、これら 2 つの政策とのクロス項について推定を行った。その結果、「兵庫ものづくり大学校」と「従業員（熟練者）とペアを組むことにより、知識・技能を移転させる」とのクロス項が有意となった（ $p<0.05$ ）（Case 3、表 6.20）。この結果は、「兵庫ものづくり大学校」のスキルの伝承という政策が、企業の人材育成と相まって高度化を推進している。

表 6.20 政策の伝播過程 III：クロス項 Case 3

実現したイノベーション	Coef.	Std. Err.	z	P>z
従業員規模	0.398671	0.099981	3.99	0 ***
研究開発割合	0.095763	0.026640	3.59	0 ***
オープンイノベーション（有無）	1.154872	0.326213	3.54	0 ***
兵庫ものづくり大学*従業員（熟練者）とペアを組むことにより、知識・技能を移転させる	2.037559	0.996448	2.04	0.04 **
Observations	161			
Pseudo R-squared	.1085			
Log likelihood	225.203			

注：\*\*\*、\*\*、\* はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%を示す。

以上のクロス項の分析から、有意に効果があった政策は、「兵庫ものづくり大学校」と「ひょうご産学官連携コーディネーター協議会」の2つであり、そのいずれもが人材育成の項目を通じて高度化に貢献することが分かった。表 6.21 は、以上の結果を要約したものである。

表 6.21 政策の伝播過程 IV：クロス項のまとめ

	Case1	Case2	Case3
従業員数	0.383***	0.408***	0.399***
	0.099	0.100	0.100
R&D 売上高比率	0.094***	0.094***	0.096***
	0.026	0.026	0.027
オープンイノベーション（有無）	1.178***	1.180***	1.155***
	0.326	0.327	0.326
Case 1: 兵庫ものづくり大学*従業員に高い業務を与え、潜在能力が発揮できる環境を作る	2.435* 1.299		
Case 2: ひょうご産学官連携コーディネーター協議会*従業員に高い業務を与え、潜在能力が発揮できる環境を作る		3.040** 1.5	
Case 3: 兵庫ものづくり大学*従業員（熟練者）とペアを組むことにより、知識・技能を移転させる			2.038** 0.996
Observations	161	161	161
Pseudo R-squared	0.107	0.106	0.1085
Log likelihood	-225.519	-225.734	-225.203

注 1：\*\*\*、\*\*、\* はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%を示す。

注 2：推定された係数の下の数値は S.E.である。

## 6.7. 議論と結論

本稿は、イノベーションの高度化に資する要因は何か、実際の支援策は効果があるのか、もしあるとすると企業の何に働きかけて効果を生むのか、これらを ordered probit モデルか

ら分析した。高度化に貢献する要因として、①企業規模、②R&D 投資売上比率、これらは大きい方が高度化に有意に作用する。さらには、③企業内でのアイデアが誕生、④大学、研究機関との連携、⑤従業員の潜在能力が発揮できる環境や仕組み、⑥経験の蓄積が生かせる分野での R&D、以上が特定化された。政策の効果については、「兵庫ものづくり大学」と「ひょうご産学官連携コーディネーター協議会」が有意となり、高度化の要因とのクロス項を推定することにより、特に人材育成を通じて高度化に貢献していることが実証的に示された。これは先行研究では見られないものである。以下では、結果の吟味と今後の研究の方向を検討する。

### 6.7.1 議論

実証分析で抽出できた高度化の要因や政策が効果をもつ経路は、筆者が実地調査を行った兵庫県下の中小企業の特徴と概ね整合的である（Tsuji et al. 2017）。分析の結果が妥当する企業は、実地調査で出会った幾人かの小企業の経営者の企業と重なり合う（Tsuji et al. 2017；滋野他、2017）。彼らは特定分野では高い技術をもち、その技術を通じて大企業や大学研究室と連携している。前者では常時部品を供給するというより、特定の部品の開発や製造に共同して当たり、後者では、地域企業や大学とコンソーシアムを形成し製品を開発している。この関係を通じて大学との連携をもっている。従業員の能力向上にも見識や手法をもつ。このような地場企業に就職する新卒は普通高校の卒業者であり、時間をかけ彼らを技術者に育成する必要がある。OJT や OFFJT を併用し、さらには、技術のスキルマップを作成し、いまできる業務と、今後高度な作業が出来るような目標を設定し、それに従って技術力を高めていくのである。このように独自のアイデアを持ち、R&D、人材育成をリードしてイノベーションを実現するモデルタイプを「経営者型」と分類したが、これに相当するものと思われる。このような経営者が、イノベーションの高度化にも積極的に取り組んでいると思われる。

政策で有意となった兵庫ものづくり大学は、前節でその内容を説明したように、次代を担う人材育成、熟練の伝承、技能レベルに応じた在職者訓練が目的である。一方、企業側での HRD である「従業員に高い業務を与え、潜在能力が発揮できる環境を作る」、さらには「従業員（熟練者）とペアを組むことにより、知識・技能を移転させる」は、地場企業でも普遍的に実施されている。これらと兵庫ものづくり大学とは、同一の目的をもつものであり、補完的な役割を果たしている。これら 2 つが相乗効果をもつものと思われる。

先行研究で紹介した日本の政策効果の事例研究では人材育成は重要としているが、厳密な意味でそれは論証されていない。しかし、人材育成をデータから実証したのが Thomä（2017）である。この論文は、ドイツ企業内での非正規な R&D がイノベーションに与える効果を分析している。非正規な R&D では、生産現場で従業員が作業を通じてスキルを高める学習効果は learning-by-doing や learning-by-using と呼ばれるが、これがイノ

ベーションの要因と特定化している。さらに、これらが機能するのは、従業員が学生時に職業教育・訓練制度（vocational education and training）を受講しているからと結論付けている。特定の政策や制度が、企業のもつ人材育成の仕組みと相まってイノベーションを高めている事例である。本稿の結論と一致している。

#### 6.7.2 今後の研究の方向性

本稿では、イノベーションの高度化を ordered probit 分析により分析を行った。しかし、クロスセクションデータを用いたため、アップグレーディングというダイナミックな側面を十分に分析できなかった。その1つの手法は、ダイナミックパネルデータ分析の適用である。これは、データがタイムシリーズとクロスセクション、これら2つの側面をもつため、高度化という現象を分析するのに適切と思われる。また、ordered probit 分析では、より高度なイノベーションに移行する場合、段階は区別されていない。例えば、第1段階から第2段階への高度化と、第3段階から第4段階への高度化とでは、その要因は同一とは限らない。どの段階を始点にとるかで、要因は異なる。

Tsuji et al. (2018) では、4段階のそれぞれで、イノベーションを①行っていない、②トライした、③成功した、この3つの段階に企業を分類している。各段階でのイノベーションの有無というモデルを構築しているが、高度化の分析は行っていない。この点、本稿のような4段階への高度化とドッキングさせることも可能である。これは、イノベーションとその高度化を一体的に分析した Azadegan and Wagner (2011) に近いものになろう。

本稿では高度化の要因として6つを取り上げ、分析の結果、最重要な要因として人材育成が抽出された。しかし、仮説の構築に当たっては、地域特有の地場産業の問題と関連させることも考えられる。例えば、産業の高度化、新産業の創出、あるいは企業内での学習プロセス、non-R&D 等が考えられる。研究の目標を定めることにより、より詳細な質問が可能なり、政策の効果を含めてより精緻な分析が可能となろう。

## 第7章 結章

### 7.1 各章のまとめ

本研究は、地場企業のイノベーションの高度化に資する要因は何か、地方自治体が実施している地域産業支援策はイノベーションの創出に効果があるのか、もしあるとすればその政策がどのように地場企業のイノベーションに影響するのか、これらを理論的かつ実証的に解明するものである。特に、イノベーションエコシステムに焦点を当てたが、これまでの研究が主に企業内、あるいは地域内でのイノベーションを生起させる要因を特定化してきたのに対し、本稿では地域でのイノベーションに関わる多くの要因を包含する一つのエコシステムとして分析した。すなわち、第1章の問題提起に引き続き、第2章では、イノベーションエコシステムを構成する要因を中心に、本研究の分析の枠組を明確にした。具体的には、企業内でのイノベーションプロセス、オープンイノベーション、産業集積やクラスターに関する先行研究から整理と再構築を行った。特に留意したのは、これらに関して中央官庁のみならず地方自治体が行う政策、さらには政策の評価に関する先行研究をサーベイしたことである。それらが抱える課題を把握し、どのように解決し進展させるか検討した。国や地方自治体によるイノベーション支援策に関しては、その内容とタイミングについて、経済構造の変化に応じて弾力的に実施する必要性を指摘した。第3章では、K-BIC（神戸医療産業都市）を事例として取り上げ、新しい産業を地域に集積させるためのクラスター政策のあり方を検討した。新産業や新製品の創出のためには、R&Dの中でも特に「橋渡し研究」の重要性を指摘し、それを実現するには地域での産学官の研究機関をネットワーク化、中でも各研究分野や関連産業を重層的に積み重ねるクラスターの構築が必要であり、同時にそのための中央官庁を取り込む地域産業支援策が必要であることを検証した。商品化するための分野に特化した支援機関を重層的に交流させて、イノベーションを加速させる事例を検証した。イノベーション創出という地域へのニーズと、地域産業政策とのギャップを埋め、ミスマッチを抑制するためにも、研究機関の重層化は有効である。第4章では、今日最先端モノ作りや創薬開発に不可欠であるスパコンと、それが生み出すイノベーションを取り挙げ、スパコンクラスターが実際にどのようなプロセスイノベーションやプロダクトイノベーションを生み出しているのか、さらにはそれが地域の産業競争力をどう強化しているのかを示した。第5章では、中小企業が外部情報をどのように入手し、自社内の経営資源と統合し、どうイノベーションを達成するかを、中小企業のアンケート調査に基づき分析した。分析にはSEMを用い、R&DモデルとICTモデルを構築した。イノベーションの実現を目的変数とし、他方トップマネジメント、外部リンケージ、内部イノベーション能力としての技術とR&Dを潜在変数とするR&Dモデルを分析した。分析の結果、トップマネジメントと外部リンケージがまず技術を推進し、次いで技術が

R&D を高め、最後にイノベーションを創出するという因果関係を導出した。また、ICT モデルでは、ICT により、外部リンケージからの情報が技術を高め、さらには R&D を向上させ、イノベーションに繋がることを示した。第 6 章では、地場の中小企業にとってイノベーションを高度化させる要因は何か、地方自治体のイノベーション支援策は有効かを ordered probit model (順序プロビットモデル) を用いて分析した。被説明変数としてイノベーションの高度化を採用した。イノベーションの高度化とは、用いた技術とターゲットとする市場を既存と新規に分類し、この組み合わせから 4 段階とし、既存のものから新規の技術や市場へ移行することを高度化と定義した。分析の結果、①従業員数で見た企業規模、②R&D 投資の売上比率、③オープンイノベーションの実施の有無といった企業属性に加えて、④アイディアの源泉は企業内、⑤問題の解決法、⑥人材育成法、⑦経営戦略が有意となった。さらに、地域産業政策の効果については、兵庫ものづくり大学とひょうご産業官連携コーディネーター協議会が有意となった。これらの政策がどのような経路をたどってイノベーションを推進するかを、上記の高度化の要因とのクロス項を分析して推定した。その結果、政策が企業内での人材育成を通じイノベーションの高度化に貢献することが示された。

## 7.2 本研究から得られたもの

本研究で見たように、経済動向に影響されて繁栄した地域が、瞬時に空洞化する現象が発生している。このような状況の下で、企業のイノベーション創出のプロセスには何が必要であるか、また、地方自治体はどのようなイノベーション創出支援策を企画立案し実施すれば良いのか。研究を進めるにつれて、内外の経済動向や市場の状況の十分な観察や分析なしに地域産業政策を企画実施する危険性を再認識した。第 3 章で見たように、地域での産学官の研究機関をネットワーク化、かつ重層化させたクラスター構築は、イノベーションを加速するための必須のエコシステムといえる。さらに、中小企業のイノベーション創出には、人材の育成や R&D を推進し技術力を高めることがより高度のイノベーション創出に繋がる。また、ICT やスパコンといったイノベーションを創出するツールを活用する必要がある。さらに、地域産業政策に関しての有効性の評価や検証は、これまで科学的にはほとんど行われてこなかった。本研究ではその評価手法の確立に一石を投じることができたと思われる。今後の地域産業の支援策としては、これまでの自然発生的な産業集積や企業誘致のみを目的としたクラスター政策でなく、地域でのイノベーション創出のエコシステムを踏まえた上で、産業成長支援策を企画調整することが国や自治体に求められている。



### 7.3 今後の研究の方向性

本研究ですでに指摘したように、繁栄した地域が瞬時に空洞化する現象が発生した。このような状況の下で、企業のイノベーション創出のプロセスには何が必要であるか、また、地方自治体はどのようなイノベーション創出支援策を企画立案し実施すれば良いのか。これが研究の動機となった。研究を進めるにつれて、内外の経済動向や市場の状況の十分な観察や分析なしに地域産業政策を企画実施する危険性を再認識した。この経験は、自治体の産業政策に携わる実務担当者として自ら警鐘を鳴らす研究になった。

近年注目されているのが、地域エコシステムである。米国競争力評議会の *Innovate America 2004* のレポートではその必要性が強調されている。また、ヨーロッパでは、欧州委員会が、*Creating an Innovative Europe 2005* において、優れた科学技術の研究開発とイノベーションに対する技術の補強が必要で、人材、資金知識の流動性が高い新たな社会システムに変えていくことが肝要と述べている。日本でも、例えば、「科学技術駆動型のイノベーション創出のためには、生態系システムのように国、大学等、研究開発独立行政法人、企業、金融機関等は相互に関与し、絶え間なくイノベーションが創出される地域の社会資本を醸成すること（科学技術振興機構）」としている。この問題に対応するために、文部科学省をはじめとして「地域イノベーションエコシステム形成プログラム」事業を実施している。これは、コア技術を有する地域が、その事業化を支える人材により「グローバルな成功事例（モデル）」プロジェクトを遂行し、次の展開のための資金獲得を目指している。この試みは K-BIC が歩んできた過程でもあるが、他の地域産業集積や産業クラスター形成に展開するかは不透明である。また、経済産業省によると、60 年代以降のイノベーション研究の変遷は、「企業のイノベーション時代（60～70 年）」から「国家のイノベーション時代（80～90 年代）」、「産業のイノベーション時代（2000 年～2010 年）」を経て、「社会システムのイノベーション時代（2010 年～）」の状況にあるとしている。現代の研究トレンドは「社会価値志向型の産業が成長する」時代にあるとする。政府のイノベーション政策が、オープンイノベーションに十分対応できていない現状を踏まえて、「社会全体の持続的成長を目指すイノベーションエコシステム」を追求すべきとしている。

国は過去のイノベーション創出政策が投資効果を考慮せずに、マッチングに主眼をおいて実施してきた反省を踏まえて、以下の方針「日本再興戦略（2014 年 6 月 24 日政府閣議決定）」において、日本のイノベーション・ナショナルシステムの強化を提唱し、技術シーズを事業化に結び付ける「橋渡し」機能の強化策として、「研究開発税制の強化（オープンイノベーション型として試験研究費の控除額を 12% から最大 30% にアップ）」、「中堅・中小企業への橋渡し研究開発促進事業」、「地域オープンイノベーション促進事業」など、企業のオープンイノベーションの強化支援策を展開している。さらに、「まち・ひと・しごと創生総合戦略（2014 年 12 月 27 日閣議決定）」では、地方における若年世代の流出と人口減少を食い止めるためにも、地域イノベーションによる新産業や既存企業高付

加価値化が不可欠であり、関係省庁が連携して「マーケットを見据えて全国レベルで革新的技術シーズを事業化につなぐ「橋渡し」機能、マッチング機能の強化による地域イノベーションが必要」と説いている。

しかし、地方からこれらを見ると“**Buzz Words**”に過ぎず、直ぐに集積やクラスターは生まれない。首都圏やシリコンバレーを模倣しようとしても、地域発の継続的なイノベーション創出は実現しない。加えて、地方が抱える超少子高齢化や人口減少社会に伴う生産人口の減少、社会インフラの老朽化など、多くの解決すべき課題が山積しており、ゼロからコア技術の研究開発にかかる時間の猶予はない。地方だからこそ、特性を活かし地域課題を解決するイノベーション創出体制の構築が必要である。そのヒントは各地域に内在している。地方は国の施策をそのまま導入するのではなく、地域のポテンシャルを分析して、特定事業分野に集中投資することでコア事業のビジネス化を図るため、地域の企業や大学・公的研究機関とこれまで以上に強く連携するエコシステムを構築すべきであり、筆者もその一翼を担いたいと決意を新たにしている。

## 注

### 第2章

- 1) 兵庫県の「中小企業支援ネットひょうご」では、助成・公募、セミナー・研修、専門家派遣、相談、資金調達、展示会・商談会、事例・報告などの支援分野がある。
- 2) Porter（1998）は、クラスターの構成要素として、①要素（投入資源）条件、②関連企業・支援組織、③企業戦略および競争環境、④需要条件を上げ、これら4つの要因が、クラスターの競争優位性として、成長やイノベーション、生産性向上が生じるとする「ダイヤモンドモデル」を提唱している。
- 3) さらにクラスターのメリットとして、①専門性の高い投入資源と従業員へのアクセス、②情報へのアクセス、③補完性（Complementarities）、④制度や公的措置へのアクセスのしやすさ（Access to institutions and public goods）、⑤インセンティブと実績評価（Incentives and performance measurement）を上げている。
- 4) イノベーションエコシステムは、科学技術駆動型のイノベーション創出のために、生態系システムのように国、大学等、研究開発独立行政法人、企業、金融機関等は相互に関与し、絶え間なくイノベーションが創出される仕組みであり、地域の社会資本を醸成することともされる（科学技術・イノベーション審議会技術・研究基盤部会産学官連携推進委員会、2012）。

### 第3章

- 1) 神戸市民一人当たりの市民所得を見ると、元来、政令指定都市中（7大政令指定都市時代）でも特に企業所得が低かった。神戸は日本のGDPの1%を占める「1%経済」と呼ばれており、全国と比較する指標とされることがある。
- 2) 内陸部の跡地は住宅地として造成された。また、資金は西ドイツから調達された。その返済に当たっては当時円高が振興し、実質的な負債は大きく減少した。このような1石3鳥の政策は神戸モデルと呼称された。
- 3) 地域社会の復興の理念は以下を基礎としている。「都市の機能性とゆとりとの調和」、「自然の恩恵・厳しさとの共生」、「人と人とのふれあいと交流」を基本として、復興まちづくりの目標を「安心：安心して住み、働き、学び、集えるまち」、「活力：創造性に富んだ活力あるまち」、「魅力：個性豊かな魅力あふれるまち」、「協働：市民、行政、事業者の役割分担と共同により築くまち」である。
- 4) この基本理念と目標を踏まえて、100人を超える有識者や1,000人の市民アドバイザーの意見や街づくりワークショップの開催や検討を経て、復興計画が策定された。
- 5) 近年の世界的な日本食ブームを受けて、ノーベル章授賞式のパーティで提供されるなど国際的なブランド力は高まっており、輸出を大幅に伸ばすなど、今後の展開が期待されている。2014年神戸市会は、「神戸灘の酒による乾杯を推進する条例」を可決し、清酒の販売促進を支援している。また、神戸市も酒造スタンプラリーや酒造探訪などのイベントに協力している。

- 6) 平成 25 年度の神戸市民経済計算（神戸市、2013）によると、日本経済での GDP は名目で 483 兆円、物価変動による影響を除外視した実質では 531 兆円となり、経済成長率は名目で 1.8%増、実質で 1.0%増となった。これに対し、神戸市の市内総生産は、名目 6.1 兆円、実質 6.5 兆円で、経済成長率は名目で 0.4%増、実質で 0.8%増であった。日本の平均より劣っている。
- 7) これは多くの助成金事業でも共通に該当する。
- 8) 兵庫県は、これを「創造的復興」と呼び、地域産業政策の柱の一つに据えている。
- 9) 再生医療推進法の正式名は「再生医療を国民が迅速かつ安全に受けられるようにするための施策の総合的な推進に関する法律」、また再生医療新法は「再生医療等の安全性確保等に関する法律」と呼ばれる。
- 10) 一例を上げると、角膜損傷患者に対してこれまで他人の角膜を移植していたが、ドナー不足や拒絶反応等問題があるために十分な治療ができていなかった。わが国で開発された再生医療は、口腔粘膜や角膜の一部分を切り取り、角膜を人工的に培養して角膜の患部と入れ替える技術が臨床段階に入りつつある。
- 11) なお、理事長は、2018 年 10 月にノーベル医学生理学賞を受賞した本庶祐京都大学特別教授である。
- 12) イノベーションの推進に係るクラスター推進センターは「神戸医療産業都市のコンシェルジュ」として、以下の事業を展開している。
- ①産官学医連携の促進によるオープンイノベーションの推進  
大学・研究機関の研究開発シーズや、医療現場におけるニーズを探索・発掘し、化に取り組む「オープンイノベーションプログラム」を推進するほか、「神戸再生医療研究会」を開催し、クラスター内の企業や研究者の連携や交流を促進。
  - ②国際連携の推進  
海外の主要なバイオクラスターとの連携推進や、MEDICA など世界的な医療関連学会・展示会に参加してネットワーキングとプロモーションを図っている。
  - ③地元中小企業や K-BIC 進出企業に対する事業化支援  
「医療機器事業化促進プラットフォーム」や「KBIC リエゾンオフィス」を設置し、医療機器や創薬など各分野に専任コーディネーターを配置し、開発シーズの実用化や事業化サポートを行っている。
- 13) 「神戸健康科学（ライフサイエンス）振興ビジョン（2006 年、以下振興ビジョンという）」において、1999 年から 2005 年までの K-BIC の推進状況をレビューすると共に、取り巻く環境の変化を踏まえて、今後のクラスター戦略のあり方が示された。
- 14) 2011 年 11 月、シアトル市で開催された「SC11（Super Computing 11）」において、スパコンの性能ランキング「トップ 500」が発表され、「京」は、2 期連続して世界最高の演算性能を持つスパコンとの認定を受けた。
- 15) 「京」は 10 ペタフロップス（1 秒間に 1 京回の演算能力）のうち、5%が産業利用枠として企業に開放された。この 5%は単純計算で 500 テラフロップスにもなり、後述する計算科学振興財団のミニスパコンの 2 倍以上の規模になる。

## 第4章

- 1) HPC : High Performance Computing とは、大規模・高性能のコンピュータシステムを使って、ビッグデータや複雑な計算を処理するために必要な理論や技術に関する研究分野を言う。理論について研究するのは計算科学、技術に関するのは計算機科学と言い、近年さらに研究分野が細分化されている。
- 2) 大規模並列計算とは、コンピュータで複数のプロセッサで一つの計算（タスク）をさせることを言う。2005 年頃以降のスパコンは並列処理機が多い。
- 3) インタビューによる聞き取り。
- 4) 自動車メーカー技術担当者へのヒアリングによる。
- 5) インタビューによる聞き取り。
- 6) 理化学研究所情報処理基盤センターの姫野龍太郎センター長によるインタビュー聞き取り。
- 7) その後、企業利用の環境は改善され、今日も多くの企業ユーザがいる。
- 8) 計算創薬（インシリコ）では、膨大な化合物候補（10 の 60 乗個）と創薬標的タンパク質候補との組み合わせを選定する際に、大規模高速計算機とその上で動くソフトウェア（インシリコソフトウェア）が必要となる。
- 9) 製薬企業の幹部研究者へのインタビューによる。
- 10) 米国スパコン企業関係者へのヒアリングに基づく。

## 第5章

- 1) 表 5.1 の記述統計や本文中のアンケート調査での質問は、付録で示した実際の質問とはワーディングが若干異なる場合がある。実際に用いた質問は長いため、それをそのまま用いると、図表等が大きくなるため、簡単になるように修正している。
- 2) SEM では通常アンケートの質問の回答を観測変数として、因子分析を用いて共通的な質問を特定化する。特に、回答者の心理や満足度といった客観的に測定できないものを検討するときに有効である。しかし、回答が客観的に得られる質問については、因子分析を用いずに回答を直接 SEM で用いることができる。ICT の役割についての回答は 5 段階のスケールであるが、回答の度数がいずれの質問でも 3 段階が目が多く、かつ分布も類似しているので、因子分析を用いずに、これらの質問を観測変数として直接 SEM で用いた。

## 第6章

- 1) 後述する本稿での定義での高度化の第 1 と第 2 段階が、彼らのイノベーションの第 1 段階に、また第 3 と第 4 段階が彼らの第 2 段階に相当する。
- 2) Bass モデルはイノベーションを購買者側から分析するが、これに対して本稿はイノベーションを供給者から見ている。



- 3) Christensen はまた存続的 (sustaining) イノベーションと破壊的 (destructive) イノベーションを定義しているが、これは本稿の趣旨から外れるので割愛した。
- 4) 本稿で定義した Innovation upgrading の4段階は、イノベーションの程度 (innovativeness) が同率で向上していることを仮定している。その理由は、アンケート問では、各段階のイノベーションに関して innovativeness を窺わせる質問をしていなかったからである。しかし実際は異なるため、事後的には次のような対応が可能である。4段階の innovativeness を、例えば、AHP 等により決定することである。あるいは、各段階の回答比率の逆数をウェイトとして用いて、その重要性を評価することが可能である。
- 5) Oslo Manual はこれまでのイノベーションの研究成果を基礎として開発された調査の手順書である。
- 6) 例えば、Thomä (2017) and Lee and Walsh (2016)。
- 7) 実際の推定では、有意とならなかった設問は表 6.1 記述統計量には記載していない。
- 8) ここに挙げた先行研究も主に技術に関わるミスを分析している。
- 9) 最初の二つの質問は人材育成と重複する内容である。ここでは Thomuke and Fujimoto (2000) に従って、‘front loading’な問題解決、つまり問題が生じないように事前の対応をしているかどうか、問題解決の趣旨から質問を設けた。回答者はこの趣旨を理解していると思われる。
- 10) 複数の目的変数をもつモデルでの分析には、conjoint model も適用可能である。例えば、Kim and Srinivasan (2009) はハイテク耐久財で新製品へ買い換え時期の決定に用いて、買い換えの遷移確率を推定している。
- 11) イノベーションなしとありの間でのギャップは、各段階のギャップより大きいとみなした。
- 12) 本章でも記述統計量や本文中でのアンケート調査の質問は、付録 2 で記載してある。  
実際の質問とは、ワーディングが若干異なる。これは各表がコンパクトになるように簡易に表現したからである。
- 13) 東南アジアの中小企業の例では、アイディアは主に多国籍企業や知的経路から得られている。例えば、Tsuji et al. 2016; 2017。
- 14) 2006 年に営業開始した、海洋生物や付着生物の調査研究を行う世界的にみてユニークな研究開発型のベンチャー企業である。従業員は 7 名、資本金は 1 千万円。



## 参考文献と資料

### 序章

#### 参考文献

- Chesbrough, H. W. (2003) *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Press: Boston, MA.
- Christensen, C. M. (1997) *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business School Press: Boston, MA.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. (1990) "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, pp. 128-152.
- Jackson, D. (2011) "What is an Innovation Ecosystem?" National Science Foundation, Arlington, VA, US, pp.1-14.
- Moore, J. F. (1993) "Predators and Prey: A New Ecology of Competition," *Harvard Business Review*, May/June, pp. 75-86 and also Vol.71, No. 3, 1999, pp. 75-86.
- OECD and Statistical Office of the European Communities (2005) "Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition," OECD, Paris, France.
- Schumpeter, J. A. (1934) *Theory of Economic Development*, Harvard University Press: Boston, MA.
- 経済産業省 (2018) 『大学発ベンチャーのあり方研究会報告書』 産業技術環境局

#### 資料

International Development Innovation Alliance (IDIA), "What is an Innovation Ecosystem?" <https://www.idiainnovation.org/ecosystem/> (2018 年 10 月 22 日閲覧)

### 第 2 章

#### 参考文献

- Allen, T. J and Coehen, S. I, (1969) "Information Flow in Research and Development Laboratories," *Administrative Science Quarterly*, 14, pp. 12-19.
- Almeida, P. and Kogut, B. (1999) "Localization of Knowledge and the Mobility of Engineers in Regional Networks," *Management Science*, Vol. 45, No. 7, pp. 905-1024.
- Bahrami, H. & S. Evans (2000) "Flexible Recycling and High-Technology Entrepreneurship" In M. Kenney (Ed): *Understanding Silocon Valley: The Anatomy of an Entrepreneurial Region*, Stanford CA: Stanford University Press
- Chesbrough, H. W. (2003) *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting*

- from Technology*, Harvard Business School Press: Boston, MA. pp.27
- Chesbrough, H. W. (2003) "The Era of Open Innovation," *Managing Innovation and Change*, Vol. 127, pp. 34-41.
- Chesbrough, H. W., Vanhaverbeke, W. and West, J. (1997) "Open Innovation: Researching a new Paradigm," *Creativity and Innovation Management*, Vol. 17, No. 4, pp. 334-335.
- Christensen, C. M. (1997) *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business School Press: Boston, MA.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. (1990) "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, pp. 128-152.
- Drucker, P. F. (1985) *Innovation and Entrepreneurship*, Blackstone Audio Books: London and New York.
- Kalil, T. and Irons, J. (2007) *National Innovation Agenda*, Center for American Progress, 2007.
- Koesidou, E. and Sziemai, A. (2007) "Local Knowledge Spillover, Innovation Economic Performance in Developing Countries Empirical Evidence from the Uruguay Software Cluster," *European Journal of Development Research*, Vol. 20, No. 2, pp. 281-298.
- Krugman, P. (1991) *Geography and Trade*, Leuven University Press: Leuven, Belgium.
- Lawson, B. and Samson, D. (2001) "Developing innovation capability in organizations: a dynamic capabilities approach," *International Journal of Innovation Management*, Vol. 5, No. 3, pp. 377-400.
- Marshall, A. (1890) *Principles of Economics*, 9th ed. (1961), Macmillan: London, UK.
- Moore, J. F. (1993) "Predators and Prey: A New Ecology of Competition," *Harvard Business Review*, May/June, pp. 75-86, and also Vol.71, No. 3, 1999, pp. 75-86
- Porter, M. (1998) *On Competition*, Harvard Business School press, Boston, MA.
- Saxenian, A. (1996) *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press: Boston, MA.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York, NY: Free Press
- Schumpeter, J. A. (1934) *Theory of Economic Development*, Harvard University Press: Boston, MA.
- Tsuji, M., and Miyahara, S. (2009) "A Comparative Analysis of Organizational Innovation in Japanese SMEs Generated by Information Communication Technology," in Kuchiki, A. and M. Tsuji (eds), *From Agglomeration to Innovation: Upgrading Industrial Clusters in Emerging Economies*, Palgrave Macmillan, Basingstoke: New Hampshire, UK.
- Tsuji, M. and Miyahara, S. (2011) "Agglomeration and Local Innovation Networks in Japanese SMEs: Analysis of the Information Linkage," pp. 253-294, in Kuchiki A. and M. Tsuji (eds.) *Industrial Clusters, Upgrading and Innovation in East Asia*, Edward Elgar: Cheltenham, UK.

- Weber, A (1909) *Über den Standort der Industrien*, 1. Teil. Verlag von J.C.B.Mohr. (篠原泰三訳『工業立地論』大明堂、1986 年)
- 伊藤 正昭「地域経済を支える地域産業の活性化：新しい地域産業政策パラダイム」『月刊自治フォーラム』(2004 年 3 月号、pp. 4-10.
- 犬塚 篤 (2010)「3 層知識ネットワークデータを用いた知識変換の影響力の定量化－ゲートキーパー・トランスフォーマー機能の再検討」『組織科学』Vol. 43, No. 3, pp. 45-58.
- 小川 正博 (2012)『ネットワークの再編とイノベーション』同友館
- 科学技術・学術審議会、技術・研究基盤部会産学官連携推進委員会 (2012)「産学官連携によるイノベーションエコシステムの推進について」
- 加藤 恵正 (2016)「都市の 100 年、そしてその未来：ガバナンスの進化と深化」尼崎地域活性化機構編『時代と担うひと・まち・産業』AIR 叢書所収、pp. 4-6.
- 滋野英憲、松崎太亮、辻正次 (2017)「中小企業でのイノベーション過程における外部リンケージおよびR&D の役割に関するSEM 分析」『商品開発・管理研究』Vol. 11, No. 1, pp. 45-71.
- 清成 忠男 (1986)『地域産業政策』東大出版会、
- 久繁 哲之介 (2010)『地域再生の罫：なぜ市民と地方は豊かになれないか』筑摩書房
- 後藤 晃 (2000)『イノベーションと日本経済』岩波書店
- 関 満博 (2006)『地域ブランドと産業振興』新評論社
- 高橋 伸夫、桑嶋 健一、玉田 正樹 (2000)「コミュニケーション競争モデル：ABS による組織形成メカニズム分析」人工社会研究ワーキングペーパーシリーズ No. 10
- 田中 利彦 (2014)『先端産業クラスターによる地域活性化』ミネルヴァ書房
- 中内 基博 (2014)「技術者間における知識移転の促進要因：情報獲得者の視点から」『組織科学』Vol. 48, No. 2, pp. 61-73
- 西澤 昭夫 (2014)『ハイテク産業を創る地域エコシステム』有斐閣、pp.41
- 原田 勉 (1998)「研究開発組織における 3 段階のコミュニケーションフロー－ゲートキーパーからトランスフォーマーへ」『組織科学』Vol. 32、No. 2、pp. 91-93.
- 原田 勉 (1999)「技術革新プロセスにおける情報フロー媒介性の検討：ネットワーク中心性再考」『経営行動学』第 13 号、第 1 号 pp. 33-42.
- 原田 誠司 (2009)「ポーター・クラスター論について：産業集積の競争力と政策の視点」『長岡大学 研究論叢』第 7 号、pp. 21-42.
- 一橋大学イノベーション研究センター(2001)『イノベーションマネジメント入門』日本経済新聞社
- 藤田 昌久 (監修)、山下 彰一、亀山 嘉大 (編) (2009)『産業クラスターと地域経営戦略』多賀出版、pp. 6-7

- 松崎 太亮、滋野 英憲、辻 正次 (2019) 「地場産業のイノベーションの高度化に関する実証分析：阪神地区の事例」『商品開発・管理研究』第 15 巻、第 2 号、2019 年 3 月掲載予定
- 山崎 朗 (2008) 「地域産業政策と地域・企業・産業の競争力」『福岡県市町村研究所研究年報』、pp. 1-11.
- 山縣 宏之 (2018) 「シリコンバレー研究史再考 (上) エリアスタディ・冷戦体制・地域エコシステムの中核的要素」『立教経済学研究』第 72 巻第 1 号、ppt.155-175
- 山本 俊一郎 (2008) 『大都市産地の地域優位性』ナカニシヤ出版
- 読売新聞 (2014) 「元気な町工場」1 月 4 日 13 面

**資料** (インターネット資料は、全て平成 30 年 10 月 21 日閲覧)

Center for American Progress “National Innovation Agenda”

<https://www.americanprogress.org/issues/general/reports/2007/11/28/3659/a-national-innovation-agenda-progressive-policies-for-economic-growth-and-opportunity-through-science-and-technology/>

Gordon, I. R. and McCann, P. (2005) “Clusters, Innovation and Regional Development,”

[http://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=&url=http%3A%2F%2Fwww.lse.ac.uk%2FgeographyAndEnvironment%2Fpdf%2FGordon\\_Clusters.pdf&usg=AFQjCNHwTXS7eWzVFTGnyu63rwTACvuUHA](http://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=&url=http%3A%2F%2Fwww.lse.ac.uk%2FgeographyAndEnvironment%2Fpdf%2FGordon_Clusters.pdf&usg=AFQjCNHwTXS7eWzVFTGnyu63rwTACvuUHA)

エコノミックガーデニング <https://www.eg-naruto.jp/about/>

稲水伸行、若林隆久、高橋伸夫「産業集積論と日本の産業集積論」(2007 年)

[www.gbrc.jp/journal/amr/open/dlranklog.cgi?dl=AMR6-9-1.pdf](http://www.gbrc.jp/journal/amr/open/dlranklog.cgi?dl=AMR6-9-1.pdf)

経済産業省「産業クラスター計画 2001 年～2010 年」(2009 年)

[http://www.meti.go.jp/policy/local\\_economy/tiikiinnovation/industrial\\_cluster.html](http://www.meti.go.jp/policy/local_economy/tiikiinnovation/industrial_cluster.html)

経済産業省地域経済産業グループ「地域経済産業政策の現状と今後の在り方について」

(2016 年 12 月) [http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004651/pdf/033\\_04\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004651/pdf/033_04_00.pdf)

経済産業省「日本の強みを活かした元気の出るイノベーションエコシステム構築に向けて

日本の R&D を取り巻く現状と課題」

[www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu\\_kakushin/kenkyu\\_kaihatu/.../kyouka.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/economy/gijutsu_kakushin/kenkyu_kaihatu/.../kyouka.pdf)

経済産業省「地域イノベーションの創出とオープンイノベーションの推進」(2015 年)

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/wg/innovation/dai5/siryou6.pdf>

経済産業省「日本の強みを活かした元気の出るイノベーションエコシステム構築に向けて」

(2011 年)

神戸新聞 <http://www.kobe-np.co.jp/news/keizai/201310/0006406522.shtml>

札幌市「知的クラスター創生事業自己評価報告書」(2007 年)

[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/science/.../1253330\\_018\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/.../1253330_018_1.pdf)

中小企業白書（2003 年度版）

<http://www.chusho.meti.go.jp/pamflet/hakusyo/h17/hakusho/html/17232120.html>

内閣府「オープンイノベーション」を再定義する ～モジュール化時代の日本凋落の真因～、

2010 年、<http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/seisaku/haihu07/sanko1.pdf>

日本再興戦略改訂 2015

[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/new\\_seika\\_torikumi.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/new_seika_torikumi.pdf)

日本立地センター(2013 年) 平成 25 年度地域イノベーションエコシステム構築の研究報告」[www.jilc.or.jp/industry/FY25jigyohoukokusyo.pdf](http://www.jilc.or.jp/industry/FY25jigyohoukokusyo.pdf)

兵庫県「産業集積条例」による産業立地促進制度概要

<http://web.pref.hyogo.lg.jp/ie08/documents/21siensaku-gaiyou250919.pdf>

### 第 3 章

#### 参考文献

Porter, M. E. *On Competition*, Harvard Business School Press: Boston, MA.1999, p.70

石倉 洋子、藤田 昌久、前田 昇、金井 一頼、山崎 朗『日本の産業クラスター戦略』有斐閣、2003 年

加藤 恵正『国内外企業の立地推進』兵庫県『復興総括検証・提言報告資料』、2000 年、pp. 62

経済産業省『地域経済産業活性化対策調査』（三菱総合研究所受託事業）2012 年

神戸医療産業都市推進協議会『神戸健康科学（ライフサイエンス）振興ビジョン・改訂版（増補）』2016 年

神戸健康科学（ライフサイエンス）振興会議「神戸健康科学（ライフサイエンス）振興ビジョン」2007 年

神戸市『神戸市復興計画』1995 年

神戸市『神戸市経済統計』2001 年

神戸市「神戸医療産業都市に進出した企業の重視する項目および満足度の指標」2007 年

神戸市『平成 25 年度神戸市民経済計算』2013 年

神戸市『新修神戸市史産業経済編Ⅳ総論』2014 年

神戸市『神戸医療産業都市』紹介パンフレット、2018 年

神戸市『阪神淡路大震災 被災状況及び復興への取組み状況』2018 年

神戸市機械金属工業会医療用機器開発研究会「先端技術データブック」2013 年

神戸都市問題研究所『都市政策』第 160 号、2015 年

国土庁『国土庁統計 1995 年版』1996 年

小川 正博、西岡 正、北嶋 守編『ネットワークの再編とイノベーション』同友館、2012 年

山本 俊一郎『大都市産地の地域優位性』ナカニシヤ出版、2008 年

資料 (全て 2018 年 10 月 10 日確認)

IDC “Analysis of the Characteristics and Development Trends of the Next-Generation of Supercomputers in Foreign Countries 2017”

<http://www.r-ccs.riken.jp/r-ccssite/wp-content/uploads/2017/05/Analysis-of-the-Characteristics-and-Development-Trends.pdf>

京都大学 iPS 細胞研究所 (CiRA : Center for iPS Cell Research and Application, Kyoto University)  
「CiRA の新しい目標 -2030 年に向かって」

<http://www.cira.kyoto-u.ac.jp/j/about/director.htm>

「神戸医療産業都市 (K-BIC) <https://www.fbri-kobe.org/kbic/facility/>

「公益財団法人 医療産業都市推進機構 (FBRI)」

<https://www.fbri-kobe.org/about/biz.php>,

「再生医療イノベーションフォーラム」

[www.cao.go.jp/sasshin/kisei-seido/meeting/2012/togi/life/.../item2.pdf](http://www.cao.go.jp/sasshin/kisei-seido/meeting/2012/togi/life/.../item2.pdf)、

内閣府ホームページ 「国内外の再生医療の周辺産業の将来市場規模予測」

<http://www8.cao.go.jp/cstp/kyogikai/life/9kai/siryo4-3-3.pdf>

FBRI の成果 <https://www.fbri-kobe.org/kbic/merit/cases/>

## 第 4 章

### 参考文献

Abermathy, W. J. (1978) Productivity Dilemma: Roadblock to Innovation in the Automobile Industry, Baltimore; Johns Hopkins University Press, 1978

計算科学振興財団「こんなに役立っているコンピュータシミュレーション事例集 4」2018 年 4 月

神戸市「次世代スーパーコンピュータ利用にかかる進出意向調査」2010 年

国土交通省「BIM ガイドラインの策定と運用について」2014 年 3 月

高度情報科学技術研究機構『「京」の成果事例集』2018 年 2 月

東芝『東芝レビュー』Vol. 60、2005 年

資料 (全て 2018 年 12 月 15 日閲覧)



科学技術動向センター「スーパーコンピュータをめぐる世界の動き」2011 年 10 月  
<http://data.nistep.go.jp/dspace/handle/11035/2264>、

公益財団法人計算科学振興財団（FOCUS）<https://www.j-focus.or.jp/>

神戸市インシリコ創薬拠点推進グループ奥野恭史「スーパーコンピュータ「京」が拓く コンピュータ創薬の可能性」、

[www.city.kobe.lg.jp/information/project/iryo/img/05\\_slide\\_okuno.pdf](http://www.city.kobe.lg.jp/information/project/iryo/img/05_slide_okuno.pdf)、

日産ホームページ

<http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/OVERVIEW/hbms.html>

理化学研究所計算科学研究センター（R-CSS）

<http://www.r-ccs.riken.jp/jp/>

CAD JAPAN

[http://www.cadjapan.com/topics/cae/kouzou/110607\\_roi.html](http://www.cadjapan.com/topics/cae/kouzou/110607_roi.html)

HPC Wales,

<http://www.hpcwales.co.uk/global-examples>

LITE (Louisiana Immersive Technology Enterprise)

<http://www.eskewdumezripple.com/projects/lite-louisiana-immersive-technologies-enterprise>

## 第 5 章

### 参考文献

- Argyres, N.S. & Silverman, B.S. (2004). R&D, Organization Structure, and the Development of Corporate Technological Knowledge. *Strategic Management Journal*, 25 (8-9), pp. 929-958.
- Booz, Allen, & Hamilton. (1982). *New product management for the 1980's*. New York: Booz, Allen & Hamilton, Inc.
- Brynjolfsson, E. & Hitt, L. (2000). Beyond computation: information technology, organizational transformation and business performance. *Journal of Economic Perspectives*. 14(4), 23-48.
- Brynjolfsson, E. & Saunders, A. (2009). *Wired for innovation: how information technology is reshaping the economy*. Cambridge, MA: MIT Press
- Carolina, L.N. and Pedro S. A. (2010). Analyzing ICT adoption and use effects on knowledge creation: An empirical investigation in SMEs. *International Journal of Information Management*, 30(6), pp. 521-528.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open Innovation: the new Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), pp. 128-152.
- Colquitt, J. A., & Rodell, J. B. (2011). Justice, trust, trustworthiness: A longitudinal analysis integrating three theoretical perspectives. *Academy of Management Journal*, 54 (6), pp. 1183-1206.
- Cooper, R. (2001). *Winning at new Products: Accelerating the Process from Idea to Launch* (3rd ed.). Massachusetts: Perseus Publishing.
- Crawford, C. (1987, 1997). *New Product Management* (2nd ed. and 5th ed.). Illinois: Richard D, Irwin
- Dodgson, M., Gann, D. & Salter, A. (2006). The role of technology in the shift towards open innovation: the case of Procter & Gamble. *R&D Management*, 36(3), pp. 333-346.
- Dyer J., & Nobeoka, K. (2000). Creating and managing a high performance knowledge-sharing network: The Toyota case. *Strategic Management Journal*, 21 (3), pp. 345–367
- Fang, Y., Jiang, F., Makino, S., and Beamish, P. W. (2010). Multinational firm knowledge, use of expatriates, and foreign subsidiary performance. *Journal of Management Studies*, 47(1), pp. 27-54.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification. *Social Networks*, 1(3), pp. 215-239.
- Greenleaf, R. K. (1977). *Servant Leadership: A Journey into the Nature of Legitimate Power and Greatness*. Paulist Press.
- Iansiti, M. (1998). *Technology integration*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Idota, H., Ogawa, M., Bunno, T. & Tsuji, M. (2012). An empirical analysis of organizational innovation generated by ICT in Japanese SMEs. In S. Allegrezza & Dubrocard, A. (Eds.) *Internet econometrics* (pp. 259-287). Hampshire, UK: Macmillan
- Idota, H., Bunno, T. and Tsuji, M. (2017). The Effectiveness of Social Media for Business Activities in Japanese Firms, *The Journal of Socionetwork Strategies*, 11(1), pp. 33-45.
- Kahn, K. (2013). *The PDMA handbook of new product development* (3rd ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Karimi, J., Somers, M. T. and Bhattacharjee, A. (2007). The Role of Information Systems Resources in ERP Capability Building Business Process Outcomes. *Journal of Management Information Systems*, 24(2), pp. 221-260.
- Lawson, B., & Samson, D. (2001). Developing innovation capability in organisations: a dynamic capabilities approach. *International Journal of Innovation Management*, 5 (3), pp. 377-400.

- Lee, G. & Xia, W. (2006). Organizational size and IT innovation adoption: A meta-analysis. *Information & Management*, 43(8), pp. 979-985.
- Lerner, J., & Wulf, J. (2007). Innovation and Incentives: Evidence from Corporate R&D. *Review of Economics and Statistics*, 89 (4), pp. 634-644.
- Leonard-Barton, D. (1988). Implementation as mutual adaption of technology and organization. *Research Policy*, 17(5), pp. 251-267.
- Leven, D. Z., & Cross, R. (2004). The strength of weak ties you can trust: The mediating role of trust in effective knowledge transfer. *Management Science*, 50 (11), pp. 1477-1490.
- Luo, X., and Zhang, J. (2013). How do consumer buzz and traffic in social media marketing predict the value of the firm? *Journal of Management Information Systems*, 30(2), pp. 213–238.
- Malthouse, E. C., Haenlein, M., Skiera, B., Wege, E., and Zhang, M. (2013). Managing customer relationships in the social media era: Introducing the social CRM house, *Journal of Interactive Marketing*, 27(4), pp. 270–280.
- Mariano, N. & Pilar, Q. (2005). Absorptive capacity, technological opportunity, knowledge spillovers, and innovative effort. *Technovation*, 25 (10), pp. 1141-1157.
- McAfee, A. and Brynjolfson, E. (2008). Investing in the IT that Makes a Competitive Difference, *Harvard Business Review*, 86(7), pp. 98-107
- Nadia, B. (2011). A framework for successful new product development. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 4 (4), pp. 746-770.
- Nicolas, C. L. and Acosta, P. S. (2010). Analyzing ICT adoption and use effects on knowledge creation: An empirical investigation in SMEs. *International Journal of Information Management*, 30(6), pp. 521-528.
- Nonaka, I and Takeuchi, H. (1996). *Knowledge Creating Companies*, Oxford, UK: Oxford University Press.
- Ologbo, A. C., and Nor, K. M. (2015). Knowledge Management Processes and Firm Innovation Capability: A Theoretical Model. *Asian Social Science*, 11(8), pp.10-17.
- Omona, W., van der Weide, T. and Lubega J. (2010). Using ICT to enhance Knowledge Management in higher education: A conceptual framework and research agenda. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 6 (4), pp. 83-101.
- Perdomo-Ortiz, J., Ibez-Benito, J.G., & Galende, J. (2009). The Intervening Effect of Business Innovation Capability on the Relationship between Total Quality Management and Technological Innovation. *International Journal of Production Research*, 47 (18), pp. 5087–5107.

- Petiz, S., Ramos, F. and Roseiro, P. (2015). The Use of Information and Communication Technologies in Organizational Learning Practices: A Research Study in an Innovation-oriented Portuguese Organization. *International Journal of Advanced Corporate Learning*, 8(1), pp. 4-11.
- Polanyi, P. (1966). *The Tacit Dimension*, Chicago, IL: Chicago University Press.
- Shigeno, H., Matsuzaki, T., and Tsuji, M. (2018), Empirical Analysis of the Innovation Process of Japanese SMEs by Focusing on Connectivity and R&D, Proceedings of Entrenova 2018, pp.1-8, Split, Croatia
- Smith, P.G., & Reinertsen, D.G. (1998). *Developing Products in Half the Time* ( 2nd ed.). New York, NY: John Wiley and Sons.
- Spiezia, V. (2011) Are ICT users more innovation? An analysis of ICT-enabled innovation in OECD firms. *OECD Journal: Economic Studies*, 2011, pp. 99-119.
- Sundgren, M., Dimenas, E., Gustafsson, J., & Selart, M. (2005). Drivers of organizational creativity: a path model of creative climate in pharmaceutical R&D. *R&D Management*, 35(4), pp. 359-374.
- Syed-Ihksan, S. and Rowland, F. (2004). Knowledge management in a public organization. *Journal of Knowledge Management*, 8(2), pp. 95-111.
- Szulanski, G., Cappetta, R., & Jensen, R.J. (2004). When and How Trustworthiness Matters: knowledge Transfer and the Moderating Effect of Causal Ambiguity. *Organization Science*, 15(5), pp. 600-613.
- Todo, Y., Matous, P. & Inoue, H. (2016). The strength of long ties and the weakness of strong ties: Knowledge diffusion through supply chain networks. *Research Policy*, 45(p), 1890-1906.
- Tsuji, M., Ueki, Y., Idota, H., and Akematsu, Y. (2013). The Formation of Internal Innovation Capability and External Sources in ASEAN Economies. *Proceedings of 6th Annual Conference of the Academy of Innovation and Entrepreneurship (AIE) 2013*, Oxford University, UK.
- Tsuji, M., Idota, H., Ueki, Y., Shigeno, H., and Bunno, T. (2016). Connectivity in the Technology Transfer Process among Local ASEAN Firms. *Contemporary Economics*, 10 (3), pp. 193-203.
- Tsuji, M., Ueki, Y., Shigeno, H., Idota, H., and Bunno, T. (2018). R&D and non-R&D in the innovation process among firms in ASEAN countries Based on firm-level survey data. *European Journal of Management and Business Economics*, 27(2), pp. 189-214.
- Zahra, H. and George, G. (2002). Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. *Academy of Management Review*, 27 (2), pp. 185-203.

- 滋野 英憲、松崎 太亮、辻 正次 (2017) 「中小企業でのイノベーション過程における外部リンケージおよび R&D の役割に関する SEM 分析」『商品開発・管理研究』Vol. 11, No. 1, pp. 45-71.
- 南知 恵子・西岡 健一 (2014) 『サービス・イノベーション 価値共創と新技術導入』東京、有斐閣.
- 西岡 健一(2016)「産業財におけるサービス開発と ICT の役割」『関西大学商学論集』 61(2)、pp. 31-50.

## 第 6 章

### 参考文献

- Argyres, N. S. and Silverman, B. S. (2004), “R&D, Organization Structure, and the Development of Corporate Technological Knowledge,” *Strategic Management Journal*, 25(8-9), pp. 929-958.
- Azadegan, A. and Wagner, S. M. (2010) “Industrial upgrading, exploitative innovations, and explorative innovations,” *International Journal of Production Economics*, 130(1), pp. 54-65.
- Berson, Y. and Linton, J.D. (2005), “An examination of the relationship between leadership style, quality, and employee satisfaction in R&D versus administrative environment,” *R&D management*, 35(1), pp. 51-60.
- Chesbrough, H. W. (2003) *Open Innovation: the new Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M. (1997) *The Innovator's Dilemma*, Harvard Business Press.
- Gereffi, G. and Humphrey, J. (2005) “The governance of global value chain. *Review of International Political Economy*, 12(1), pp. 78-104).
- Hirst, G. and Mann, L. (2004) “A model of R&D leadership and team communication: the relationship with project performance,” *R&D Management*, 34(2), pp. 147-160.
- Humphrey, J and Schmitz (2004) “Chain governance and upgrading: Taking stick, in Schmitz, H. (Ed.) (2004) *Local Enterprises in the Global Economy*, pp. 349-381, Edward Elgar.
- Iansiti, M. (1994) “Technology Integration: Mismanaging the technological evolution in a competitive environment,” *Research Policy*, 24, pp 521-542.
- Isaksen, A. and Kalasaas, B. T. (2009) “Suppliers and Strategies for Upgrading in Global Production Networks: The Case of a Supplier to the Global Automotive Industry in a High-cost Location,” *European Planning Studies*, 17(4), pp. 569-585.
- Jansen, J. J. P., Bosch, F.A. and Volverde, H. W. (2006) Exploratory innovation, exploitative innovation, and performance: effects of organizational antecedents, and environmental

- moderators, *Management Sciences*, 52(11), 1661-1674.
- Jensen, M. B., Johansen, B., Lorenz, E. and Lundvall, B. A. (2007) "Forms of knowledge and modes of innovation," *Research Policy*, 36(5), pp. 680-693.
- Kim S-H and V. Srinivasan (2009) "A Conjoint-Hazard Model of the Timing of Buyers' Upgrading to improved Version of High-Technology Product," *Journal of Product Innovation Management*, 26 (3), pp. 278-290.
- Kuchiki, A. and M. Tsuji (Eds.) (2011) *Industrial Clusters, Upgrading and Innovation in East Asia*, Edward Elgar.
- Lee, Y.-N. and Walsh, J. P. (2016) "Inventing while you work: Knowledge, non-R&D learning and innovation," *Research Policy*, 45(1), pp. 345-359.
- Lerner, J. and Wulf, J. (2007) "Innovation and Incentives: Evidence from Corporate R&D," *Review of Economics and Statistics*, 89(4), pp. 634-644.
- Norton, J. A. and Bass, F. M. (1987) "A Diffusion Theory Model of Adopting and Substitution for Successive Generations of High-technology Products," *Management Science*, 33(9), pp. 1069-1086.
- OECD and Statistical Office of the European Communities (2005) "Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition," OECD, Paris, France.
- Sako, M. (2004) "Supplier development at Honda, Nissan, and Toyota: Comparative case studies of organizational capability enhancement, *Industrial and Corporate Change*, 13(2), pp. 281-308.
- Shigeno, H. Matsuzaki, T. and Tsuji, M. (2018) "Internal Innovation Capability and ICT Use in the Innovation Process from the View of Connectivity in Japanese SMEs," *STI Policy and Management Journal*, 3(1), pp. 35-50.
- Sharp, F. and Gadde, L-E. (2008) "Problem solving in the upgrading of product offerings: A case study from the steel industry," *Industrial Marketing Management*, 37, pp. 725-737
- Thomä, J. (2017), "DUI mode learning and barriers to innovation-A case from Germany," *Research Policy*, 46(7), pp. 1327-1339.
- Thomuke, S and Fujimoto, T. (2000) "The effect of 'front loading' problem-solving on product development performance," *Journal of Product Innovation Management*, 17(2), pp. 128-142.
- Tsuji, M. (2007) "The Relationship between Toyota and Its Parts Suppliers in the Age of Information and Globalization: Concentration vs. Dispersion," pp. 9-33, in M. Tsuji and M. Kagami (Ed.), *Industrial Agglomeration: Facts and Lessons for Developing Countries*, Edward Elgar.



- Tsuji, M., Idota, H., Ueki, Y., Shigeno, H., and Bunno, T. (2016). Connectivity in the Technology Transfer Process among Local ASEAN Firms. *Contemporary Economics*, 10 (3), pp. 193-203.
- Tsuji, M., H. Shigeno, Y. Ueki, H. Idota, T. Bunno (2017) “Characterizing R&D and HRD in the Innovation Process of Japanese SMEs: Analysis based on Field Study,” *Asian Journal of Technology and Innovation*, 35(2), pp. 367-385.
- Tsuji, M., Y. Ueki, H. Shigeno, H. Idota, T. Bunno (2018) “R&D and non-R&D in the innovation process among firms in ASEAN countries based on firm-level survey data,” *European Journal of Management and Business Economics*,” 27(2), pp. 198-214.
- Tuijl, E. V., Carvalho, L. Winden, W. V. and Jacobs, W. (2012) “Multinational Knowledge Strategies, Policy and the Upgrading Process of Regions: Revisiting the Automobile Industry in Ostrava and Shanghai,” *European Planning Studies*, 20(10), pp. 1627-20.
- Wong, S. S and Tong, C. (2012), “The influence of market orientation on new product success,” *European Journal of Innovation Management*, 15(1), pp. 99-121.
- Zheng, W., Khoury, A. E. and Grobmeier, C. (2010), “How do leadership and context matter in R&D Team innovation?-A multiple case study,” *Human Resource Development International*, 13(3), pp. 265-283.
- 石井芳明「中小企業・ベンチャー企業の公的支援策の政策評価に関する考察」早稲田大学産業経営研究所『産業経営』第46・47合併号 2010年12月 pp. 53-69
- 滋野 英憲、松崎 太亮、辻 正次 (2017)「中小企業でのイノベーション過程における外部リンケージおよびR&Dの役割に関するSEM分析」『商品開発・管理研究』11(1), pp. 45-71.
- 江島 由裕 (2006)「外部経営資源が中小企業経営に与える影響分析」『Japan Venture Review』7、 pp. 3-12.
- 名取 隆 (2014)「自治体による中小企業のイノベーション促進策の方法と効果」『関西ベンチャー学会誌』7、 pp. 32-40.
- 野下 直樹 (2016)「自治体中小企業政策における効果と有効性の検証 大阪府東大阪市を事例として」『商大ビジネスレビュー』6(1・2・3)、 pp. 123-151.
- 本多 哲夫 (2016)「自治体における中小企業政策と政策評価 ー大阪市のビジネスマッチング支援のケーススタディー」『経営研究』67(2)、 pp. 1-18.

## 結章

### 参考文献

科学技術・拍術審議会技術・研究基盤部会産学官連携推進委員会「イノベーション促進の

ための産学官連記基本戦略」2012 年

**資料**

科学技術振興機構「平成 23 年度 大学-JST 意見交換会」説明資料

<https://www.jst.go.jp/tt/pamph/tt20120202-1.pdf>、2018 年 12 月 15 日閲覧

文部科学省「地域イノベーションエコシステム形成支援事業」

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kagaku/chiiki/program/1407585.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/chiiki/program/1407585.htm) 2018 年 12 月 10 日閲覧

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、神戸国際大学経済学部辻正次教授（兵庫県立大学大学院応用情報科学研究科名誉教授・特任教授、大阪大学大学院国際公共政策科名誉教授）には、終始適切な助言を賜り、丁寧なご指導を賜りました。先生のご指導と叱咤激励なしには本博士論文を完成することはできず、ここに深く感謝し、衷心より御礼申し上げます。辻研究室の先輩であります神戸国際大学の滋野英憲教授には、分析に際し的確なご助言をいただきました。感謝の念に絶えません。また、指導担当教授としてご指導賜りました川向肇准教授をはじめ、有馬昌宏教授、前指導担当の二之宮弘教授、円谷友英准教授には多大なるご助言をいただきました。

本博士論文は、その他多くの方々のご支援やご助言によって完成させることができました。特に、以下の方々には心より御礼申し上げます。商品開発管理学会の査読者の先生方には、論文を丁寧に読んで頂き多くのアドバイスを頂きました。また、兵庫ニューメディア推進協議会には、平成26年度から2年にわたり「公共ビッグデータの活用による地域内新産業創出に関する調査研究」および「企業集積とオープンイノベーションに関する調査」をさせて頂きました。調査の機会を与えて頂いた兵庫県産業労働部の皆様に感謝申し上げます。また、お忙しい中にも関わらず丁寧にご回答をいただきました200を超える企業の皆さまにも感謝申し上げます。また実地ヒアリングを快く受けて頂きました理化学研究所生命機能科学研究センター、生命機能科学研究センター、計算科学研究センターの皆さまをはじめ、（公益財団法人）計算科学振興財団、（一般財団法人）高度情報科学研究機構神戸センターをはじめ、神戸医療産業都市（K-BIC）に進出・操業されている企業の皆様にもお礼申し上げます。

兵庫県立大学大学院応用情報科学研究科事務室の皆様には、事務手続き等何かとお世話になりました。兵庫県立大学大学院応用情報科学研究科学術情報館の図書館司書の方々には、文献の収集にあたりご親切に対処して頂きました。応用情報科学研究科辻研究室の当時の院生の皆様、また他の研究室の皆様にも、研究発表などでアドバイスをいただきました。辻研究室秘書の木戸さんには、研究や事務手続きに際しお世話になりました。最後に、長い研究生生活を快く他援してくれた家族に感謝いたします。

## イノベーション活動に関する調査

調査実施機関：兵庫県立大学大学院応用情報科学研究科 辻研究室

提出締切り：平成24年2月29日（水）

--	--	--	--

## 【ご記入方法】

ご回答は、企業の経営責任者（社長あるいは担当役員）の方をお願いいたします。

ご記入に際しては、特に指示のない限り選択肢の番号を○印で囲んでください。また（ ）内には、具体的な数値をご記入ください。

貴社名			
ご記入者のお名前		ご役職名	
電子メールアドレス	@		

※このアンケートのご回答をもとに、後日ヒアリング調査のお願いをさせていただくことは可能ですか。

1. 可能である      2. 不可能である      3. 条件によっては可能である

## I 貴社の経営行動と特徴についてお尋ねします。

## (1) 経営者・経営方針について

## (1-1) 経営者の年齢は、次のいずれに該当しますか。

1. 20歳代      2. 30歳代      3. 40歳代      4. 50歳代      5. 60歳代      6. 70歳代以上

## (1-2) 経営者は、次のいずれにより経営トップに就かれたか。

1. 自ら創業した      2. 創業者（同族）から引き継いだ      3. 企業内部から昇進した（非同族）  
4. 外部からのヘッドハンティング      5. その他（ ）

## (1-3) 経営者が経営トップに就かれて何年が経過しましたか。

1. 3年未満      2. 3-5年未満      3. 5-10年未満      4. 10-20年未満      5. 20-30年未満      6. 30年以上

## (1-4) 経営者は、技術系・事務系のいずれのご出身ですか。

→ 1. 技術系      2. 事務系

## (1-5) 次の事柄は、貴社にどの程度当てはまりますか（○印は各々1つ）。

	5. 全くそのとおり	4. やや当てはまる	3. どちらともいえない	2. あまり当てはまらない	1. 全く当てはまらない
1 短期的な収益の獲得を目指した経営を行っている	5	4	3	2	1
2 ニッチ市場に特化した経営を行っている	5	4	3	2	1
3 人事ローテーション等により、従業員の能力向上を図っている	5	4	3	2	1
4 経営成績は従業員に公表している	5	4	3	2	1
5 従業員に目標を与え、その達成状況により処遇を行っている	5	4	3	2	1
6 特注品の開発・生産など、特定の技術や製品にこだわりを持った経営を行っている	5	4	3	2	1
7 新規事業は、トップ自らがアイデアを出し決定することが多い	5	4	3	2	1
8 新規事業は、トップが陣頭指揮をとって行っている	5	4	3	2	1

(2) 従業員に関する次の事柄は、貴社にどの程度当てはまりますか（○印は各々1つ）。

	5. 全くそのとおり	4. やや当てはまる	3. どちらともいえない	2 あまり当てはまらない	1. 全く当てはまらない
1 従業員は会社の目標を理解している	5	4	3	2	1
2 従業員は自社に誇りをもっている	5	4	3	2	1
3 従業員から業務改善のためのアイデアは出てこない	5	4	3	2	1
4 従業員は自社の強み（中核的能力・技術）について理解している	5	4	3	2	1
5 従業員は新たな取り組みに抵抗する	5	4	3	2	1
6 仕事上の問題について、同僚間で相談しやすい雰囲気がある	5	4	3	2	1
7 部下は上司と会話することを嫌がる	5	4	3	2	1
8 従業員は残業を厭わず仕事をしている	5	4	3	2	1
9 従業員は自社技術や製品・部品が利用される場面を理解している	5	4	3	2	1
10 従業員は自分の仕事とは直接関係のないことでも、他者が仕事上の問題を抱えた時は手助けをしている	5	4	3	2	1

(3) 同業他社と比べた場合、現在、貴社にはどのような強みがあるとお考えですか。（○印は各々1つ）

	強い	←	どちらとも言えない	→	弱い
1 新製品・新サービスを生み出す力	5	4	3	2	1
2 取引先の問題を解決する力、提案力	5	4	3	2	1
3 中核となる独自の技術力、研究開発力	5	4	3	2	1
4 知識の幅（多様な業界・分野の知識）	5	4	3	2	1
5 知識の深さ（個々の知識の専門性）	5	4	3	2	1
6 市場情報を収集・分析する力	5	4	3	2	1
7 販売先の多様性（多様な業界企業との取引）	5	4	3	2	1
8 自社製品・サービス等の情報を発信する力	5	4	3	2	1
9 外部とのネットワークを構築する力	5	4	3	2	1
10 組織としての結束力・行動力	5	4	3	2	1
11 組織の風通しの良さ	5	4	3	2	1
12 経営者のリーダーシップ	5	4	3	2	1
13 従業員のやる気・能力を引き出す力	5	4	3	2	1
14 職務や能力向上に対する従業員の意識	5	4	3	2	1
15 個々の従業員が保有する専門知識・技能	5	4	3	2	1
16 必要となる機械等の設備を独自に製作する力	5	4	3	2	1

(4) 販売先との関係についてお尋ねします。

(4-1) 2005 年以降、貴社の販売先数にどのような変化が見られますか。

1. 販売先数が減少している      2. 変化は見られない      3. 販売先数は増加している

付問 1. 上記設問で「3. 販売先数は増加している」と回答した企業にお尋ねします。

新しい販売先との取引はどのような経緯で始まりましたか。

1. 自社からの企画提案が成功      2. 自社の新製品・新サービスの販売      3. 共同プロジェクトの開始  
4. 先方からの引き合い      5. 取引先からの紹介      6. その他（      ）

1. 上位3社の売上割合は減少した      2. 殆ど変化は見られない      3. 上位3社の売上割合は増加した

1. 10%未満 2. 10-30%未満 3. 30-50%未満 4. 50-70%未満 5. 70-90%未満 6. 90%以上

1. 業界1位      2. 業界2～5位      3. 業界5～10位      4. わからない

1. 低下した      2. 変化なし      3. 上昇した

1. 進展していない 2. あまり進展していない 3. どちらでもない 4. やや進展している 5. 進展している

1. 持っていない    2. あまり持っていない    3. どちらでもない    4. やや持っている    5. 持っている

1. いいえ                      2. はい

1. 自社独自で新しい製品やサービスの生産や提供を開始した
2. 他組織と協力して新しい製品やサービスを生産、提供を開始した
3. その他（

1. いいえ                      2. はい

1. 自社で新しい生産方法や方式又は販売方式・提供方式を導入した（例：CAD/CAM の導入，セル生産方式の導入，インターネット販売など）
2. 他組織と共同して新しい生産方法や方式又は販売方式・提供方式を導入した（例：流通経路の短縮，セル生産方式の導入，サプライチェーン・マネジメントの導入など）
3. その他（ ）



### Ⅲ 貴社の新製品・新サービス開発への取り組みについてお尋ねします

(1) 新商品・新サービスの開発に関する次の事柄は、貴社にどの程度当てはまりますか（○印は各々1つ）。

	5. 全くその とおり	4. やや当 てはまる	3. どちらと もいえない	2. あまり当て はまらない	1. 全く当て はまらない
1 新商品・新サービスのアイデアは企業内部で生まれることが多い	5	4	3	2	1
2 基礎的研究と製品開発の研究が連携されている	5	4	3	2	1
3 研究開発が製品・サービス化に結びついている	5	4	3	2	1
4 自社の技術を積極的に外部に提供している	5	4	3	2	1
5 他社から技術的な提案を受けている	5	4	3	2	1
6 自社の製品・サービスや競合他社の製品についてデータ分析している	5	4	3	2	1
7 パートナー企業の強みを理解しており、お互いが強みの持つ分野で協力し合っている	5	4	3	2	1
8 中心事業にフォーカスし、それ以外の仕事はアウトソーシングしている	5	4	3	2	1
9 幅広い市場に製品を提供せず、いくつかの市場に絞り込んでいる	5	4	3	2	1
10 新製品・新サービスのアイデアは、顧客から得たものが多い	5	4	3	2	1

(2) 製品開発プロジェクトに関する次の事柄は、貴社にどの程度当てはまりますか（○印は各々1つ）。

	5. 全くその とおり	4. やや当 てはまる	3. どちらと もいえない	2. あまり当て はまらない	1. 全く当て はまらない
1 プロジェクトでの意思決定のスピードが早い	5	4	3	2	1
2 プロジェクトに責任と権限を与えている	5	4	3	2	1
3 プロジェクトではメンバーが意見を出し合い、納得いくまで話し合われている	5	4	3	2	1
4 経営者もプロジェクトに積極的に参加している	5	4	3	2	1
5 プロジェクトメンバー内で競争させている	5	4	3	2	1
6 社外からのプロジェクトメンバーを採用している	5	4	3	2	1
7 プロジェクトではメンバーが意見を出し合い、納得いくまで話し合われている	5	4	3	2	1
8 部署を超えて新製品・新サービスの開発を検討する場がある	5	4	3	2	1
9 プロジェクトの優先順位に基づき予算配分している	5	4	3	2	1
10 新製品・新サービス開発に報奨金や表彰制度がある	5	4	3	2	1

### Ⅳ 他企業・組織との新製品・サービス開発についてお尋ねします。

(1) 貴社では新製品・サービスの開発など、イノベーションにつながる情報をどこから入手されていますか。  
主なもの上位3つをお選びください。

地域とは、「本社あるいは主要工場の所在地および隣接する市町村」のことを意味します。

1. 地域内の仕入先 2. 地域外の仕入先 3. 地域内の販売先 4. 地域外の販売先 5. 地域内の同業者  
6. 地域外の同業者 7. 親会社・子会社 8. 仲介企業からの紹介企業 9. 地域内の大学 10. 地域外の大学  
11. 地域の公設試験研究機関 12. 地域の経済団体（商工会議所等） 13. その他（ ）

1 位		2 位		3 位	
-----	--	-----	--	-----	--

(2) 貴社は新製品・サービスを開発するとき、他企業・組織と協力していますか。

1. 主に他企業・組織と協力している 2. 主に自社で開発している 3. 開発していない (『V貴社の IT (情報技術) 環境』へお進みください。)

以下の設問(3)～(11)は、前問(2)で「1. 主に他企業・組織と協力している」「2. 主に自社で開発している」とお答えの企業にお尋ねします。

(3) 貴社が新製品・サービスを開発するとき、一緒に取り組むことが多い相手は誰ですか。主なもの上位3つをお選びください。

地域とは、「本社あるいは主要工場の所在地および隣接する市町村」のことを意味します。

1. 地域内の仕入先 2. 地域外の仕入先 3. 地域内の販売先 4. 地域外の販売先 5. 地域内の同業者  
6. 地域外の同業者 7. 親会社・子会社 8. 仲介企業からの紹介企業 9. 地域内の大学 10. 地域外の大学  
11. 地域の公設試験研究機関 12. 地域の経済団体(商工会議所等) 13. その他( )

1 位		2 位		3 位	
-----	--	-----	--	-----	--

付問1. 新製品・サービス開発への取組で、上位3位までの企業が占める割合は、全体の何%程度ですか。

1 位の企業とは全体の 約 %	2 位の企業とは全体の 約 %	3 位の企業とは全体の 約 %
--------------------	--------------------	--------------------

付問2. 貴社が上位3位までの企業と一緒に開発を行っている期間は、どの程度ですか。

1 位の企業とは 約 年	2 位の企業とは 約 年	3 位の企業とは 約 年
-----------------	-----------------	-----------------

(4) 上記1位の相手と新製品・サービスを開発する頻度を教えてください。(○印は1つ)

1. 常時開発している 2. 頻繁に開発している 3. ときどき開発している 4. 稀に開発する

(5) 上記1位の相手とは平均してどの程度の頻度で、対面で折衝を取っていますか。(○印は1つ)

1. ほぼ毎日 2. 2～3日に1回程度 3. 1週間に1回程度 4. 2週間に1回程度 5. 1ヶ月1回程度

(6) 上記1位の相手との開発で頻繁に利用するコミュニケーション手段について、上位3つをお選びください。

1. 対面 2. 電話 3. 電子メール・インターネット(ブログ・SNSを含む) 4. その他( )

1 位		2 位		3 位	
-----	--	-----	--	-----	--

(7) 上記1位の相手との開発で主導的役割を果たすのは、どちらの企業・組織ですか。(○印は1つ)

1. 相手企業・組織 2. 同じぐらい 3. 自社 4. どちらともいえない

(8-1) 上記1位の相手とやり取りされる情報についてお答えください。(主なもの上位3つまで)

1. 顧客ニーズ 2. ライバル企業の新製品情報 3. 売れ筋情報 4. 需要予測 5. クレーム情報  
6. 基礎技術情報 7. 先端技術動向 8. 製作機械(開発ソフト)情報 9. デザイン情報 10. 原材料情報  
11. 部品情報 12. 製品(ソフト)の技術情報 13. 開発期間情報 14. 生産管理情報 15. 品質管理情報  
16. 開発コスト情報 17. 環境対策情報 18. 保守技術情報 19. 納期情報 20. リードユーザの紹介  
21. 共同開発企業・組織の紹介 22. その他( )

1 位		2 位		3 位	
-----	--	-----	--	-----	--

1位		2位		3位	
----	--	----	--	----	--

1. 人的つながり      2. 資本的つながり      3. 人的・資本的の両方      4. その他 (                      )

1. 技術指導のための技術者派遣
2. 技術指導のための技術者受け入れ
3. 技術指導以外での相手従業員の受け入れ
4. 技術指導以外での自社従業員の派遣
5. その他（ ）

	5. 全くその とおり	4. やや当 てはまる	3. どちらと もいえない	2. あまり当て はまらない	1. 全く当て はまらない
1 相手の品質管理能力は高い	5	4	3	2	1
2 相手のアイデアの提案能力は高い	5	4	3	2	1
3 相手の財務状況は良い	5	4	3	2	1
4 相手とは適正価格で取引することが多い	5	4	3	2	1
5 相手の契約事項を遵守する	5	4	3	2	1
6 相手と長期的に取引を継続したい	5	4	3	2	1

	5. 大変利用 する	4. たまに 利用する	3. どちらと もいえない	2. ほとんど利用 しない	1. 全く利用 しない
1 電子メール	5	4	3	2	1
2 一般向け SNS (mixi や Facebook など)	5	4	3	2	1
3 Twitter	5	4	3	2	1
4 社内 SNS	5	4	3	2	1

	5. 全くその とおり	4. やや当 てはまる	3. どちらと もいえない	2 おまり当 てはまらない	1. 全く当 てはまらない
1 業務改善に役立った	5	4	3	2	1
2 商品の広告に役立った	5	4	3	2	1
3 経営判断・事業展開のスピードが向上した	5	4	3	2	1
4 製品の開発期間が短縮した	5	4	3	2	1
5 新製品や新サービス開発点数が増加した	5	4	3	2	1
6 顧客ニーズの把握が容易となった	5	4	3	2	1
7 社内のコミュニケーションが活性化した	5	4	3	2	1
8 顧客とのコミュニケーションが活性化した	5	4	3	2	1
9 社内で情報や知識が蓄積・共有できた	5	4	3	2	1
10 顧客と情報や知識が蓄積・共有できた	5	4	3	2	1
11 ベテラン社員の知識・ノウハウの若手への伝承	5	4	3	2	1

(1) 貴社が経営革新に取り組む際に利用した公的支援施策はありますか。(○印はいくつでも)

1. 技術開発関連補助金・助成金	2. IT 関連補助金・助成金	3. 雇用対策関連補助金・助成金
4. 従業員教育関連補助・助成金	5. 政府系金融機関からの低利融資	6. 設備投資の税制の優遇措置
7. IT 投資の税制の優遇措置	8. その他の税制の優遇措置	9. 特許申請・取得にかかる費用の補助・助成
10. 見本市・展示会への出展支援	11. その他 ( )	
12. 特になし		

1. 税制改革      2. 固定資産償却期間の短縮化      3. 資金の支援（補助金、助成金）      4. 規制緩和  
5. 企業誘致策      6. 公共事業の増加      7. 知的財産権の流通支援      8. 海外進出・海外取引支援  
9. 技能人材の紹介      10. 製品・サービスの率先発注      11. その他（      ）  
12. 特になし

1. 需要低迷    2. 競争激化    3. 円高    4. 顧客ニーズへの対応    5. 設備の老朽化・更新  
6. 設備過剰    7. 原材料・部品価格の上昇    8. オフィス・工場の賃借料の負担    9. 債務超過・金利負担  
10. 事業資金の借入れ難    11. 従業員の確保難    12. 従業員の能力向上    13. 後継者不足  
14. 技能継承不足    15. 仕入先の海外移転    16. 販売先の海外移転    17. 震災の影響  
18. 主要取引先の倒産    19. その他( )

1 位		2 位		3 位	
-----	--	-----	--	-----	--

Ⅷ 貴社の概要についてお尋ねします。(2011 年 3 月末時点の数値を基準としてください)

(1)創 業 年(開業年)	西暦 (                      ) 年	(2)資本金	(                      ) 万円
(3)従 業 者 数	正社員 (              ) 人 派遣社員 (              ) 人 パート・アルバイト (              ) 人 【 正社員のうち、最近 3 年間に中途採用した数は全員で (              ) 人 】 【 正社員のうち、修士号以上の学位を有する外国籍の者の数は (              ) 人 】		
(4)業 種	1. 製造業    2. 情報通信業    3. サービス業    4. その他 (                      )		
(5)主 な 販 売 先	1. メーカー    2. その他事業所    3. 消費者    4. その他 (                      )		
(6)2010 年度売上高	約                      万円	(7)2005 年度売上高 (5 年前)	約                      万円
(8)2010 年度営業利益	約                      万円	(9)2005 年度営業利益 (5 年前)	約                      万円
(10)特許保有総件数	件	(11)最近 5 年間の特許申請件数	件
(12)研 究 開 発 費	毎年、売上高の約 (                      ) %程度を投じている(研究開発に従事する人件費を含む)。		
(13)研究開発費の推移	最近 3 年間で    1. 減少傾向                      2. 横ばい                      3. 増加傾向		
(14)新製品・新サービスの売上比率	最近 3 年間に発売された新製品・新サービスの売上が、2010 年度の売上高全体に占める割合は    約 (                      ) %		

質問は以上です。お忙しいところ長時間のご協力ありがとうございました。心から御礼申し上げます。



平成 26 年 2 月 24 日までにご返送くださいますようお願い申し上げます

## 企業の集積とオープン イノベーションに関する調査

(記入不要です)

--	--	--	--	--

## 【ご記入方法】

ご回答は、企業の経営責任者の方をお願いいたします。

ご記入に際しては、特に指示のない限り選択肢の番号を○印で囲んでください。また（ ）内には、具体的な数値をご記入ください。

※最初に、このアンケートにご回答いただく方についてお聞かせください。

貴社名			
ご記入者のお名前		ご役職名	
電子メールアドレス（調査結果の送付をご希望の方で、アドレスをお持ちの方は、ご記入お願いします）			

※次に、貴社の本社や兵庫県との関係をお聞かせ下さい。

(1. 兵庫県内に本社 2. 兵庫県内に支社・事業所有り 3. 兵庫県外の関西地域に本社 4. 関西以外に本社)

## I 貴社の概要についてお尋ねします。

(1)創業年	西暦（ ）年	(2)資本金	( )万円
(3)従業者数 (パート・アルバイトは 8時間/日で1人)	1. 4人未満 2. 4～9人 3. 10～19人 4. 20～49人 5. 50～99人 6. 100人～299人 7. 300～499人 8. 500～999人 9. 1000人以上		
(4)業種	1. 建設業 2. 製造業 3. 卸・小売業 4. 情報通信業 5. 運輸業 6. その他サービス業 7. その他（ ）		
	(製造業の方は、主な製品群を下記より1つ選び番号に○印をつけてください) 1. 食料品・飲料 2. 繊維製品 3. 木材・木製品 4. 印刷・関連品 5. 化学工業 6. プラスチック製品 7. ゴム製品 8. なめし革・毛皮製品 9. 鉄鋼 10. 金属製品 11. 一般機械器具 12. 情報通信・電子部品機械器具 13. 電気機械器具 14. 輸送用機械器具 15. 精密機械器具 16. その他		
(5)企業のタイプ	1. 自社製品・技術・サービスを保有 2. 大手企業の系列受注 3. 系列外(独自)の受注 4. その他（ ）		
(6)直近の年間売上高	1. 5千万円未満 2. 5千～1億円未満 3. 1億～5億円未満 4. 5億～10億円未満 5. 10億～50億円未満 6. 50～100億円未満 7. 100億円以上		
(7)売上高の推移	最近5年間で 1. 減少傾向 2. 横ばい 3. 増加傾向		
(8)採算性	最近5年間で 1. 黒字基調 2. 収支均衡 3. 赤字基調		
(9)研究開発・新事業費	毎年、売上高の（ ）%程度を予定している		



## Ⅱ 貴社の経営戦略とIT環境についてお尋ねします。

1 貴社では、経営を行う上でこれまでどのようなことに力を注いでこられましたか。該当するもの上位から3つに○印をつけてください。

1. 新製品開発 2. 新技術開発 3. 新規取引先の開拓 4. 既存取引先の深耕 5. 他企業との提携・連携
6. 大学・公的研究機関との共同研究・技術移転 7. コンサルタント等を活用した経営管理手法の導入
8. 技術・ノウハウの蓄積と活用 9. 知的財産の権利化 10. 情報の共有化 11. 人材教育の充実
12. 中途採用者の活用 13. IT の活用 14. 社内ベンチャー制度の導入 15. 成功報酬制度の導入
16. 権限の委譲 17. QC 活動 18. その他 ( )

2 貴社が現在進めている企業戦略に最も近いものを次の中から1つお選びください。

1. 既存事業の拡張、充実に重点をおいている。
2. 技術、研究開発の面での経験を生かせる分野に重点をおいている。
3. 販売面での経験、流通チャネルを生かせる分野に重点をおいている。
4. 技術面、販売面双方での経験を同時に生かせる分野に重点をおいている。
5. 成長市場や成長製品指向し、無関連な分野に重点をおいている。
6. 固定的な戦略に従わず、その都度弾力的に対処している。

3 貴社の主たる取引先（または販売先）はどのような企業ですか。

1. 系列(親あるいは子)企業、2. 系列外の大企業、3. 系列外の中小企業
- その他 ( )

4.

4 貴社では、社内でどのような IT システムを経営に利用していますか？

1. 販売管理 (POS を含む) 2. 生産管理 3. 経理・給与会計 4. 企業内資源計画(ERP) 5. CAD/CAM
6. SNS 7. ナレッジ マネジメント 8. その他 ( ) 9. 利用していない

5 貴社では、社外との業務連携にどのような IT システムを利用していますか？

1. 顧客管理 (CRM) 2. サプライチェーン マネジメント (SCM) 3. 顧客相談 (CTI)
4. その他 ( ) 5. 利用していない

6 貴社では、どのような業務にタブレットやスマートフォンを活用していますか。

1. 販売管理 2. 生産管理 3. SNS などの web マーケティング
4. その他 ( ) 5. 活用していない

## Ⅲ 新規事業や新プロジェクトへの取組みについてお尋ねします。

1 新たな事業に取組むときの基本的な考えは、次のいずれに最も近いですか。

1. 自社単独でできること (自社資源を活用できること) に取組む
2. 自社の保有する資源とネットワークを活用してできることに取組む
3. 自社が保有する資源でできなくとも、協力いただける相手先を探して取組む

2 貴社では、この3年間に下記のどれが実現しましたか？ (該当する全ての番号に○印をつけてください)

1. 既存の技術を活用し、従来から存在する市場で新製品・新サービスを販売した
2. 既存の技術を活用し、新しい市場を創造 (取引先の開拓) した
3. 新規の技術を活用し、従来から存在する市場で新製品・新サービスを販売した
4. 新規の技術を活用し、新しい市場の創造 (取引先の開拓) をした
5. 上記のようなことは起こっていない

3 貴社が新しい取組みに挑戦するとき、どのような経緯から取組むことが多いですか。該当するものを上位から3つまで選び、その番号をご記入ください。

- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| 1. 顧客との取引情報をもとにして自社で発案 | 2. 市場動向をもとに自社で発案    |
| 3. 最新の技術情報をもとに自社で発案    | 4. 競合企業の動向をもとに自社で発案 |
| 5. 自社独自のアイデアをもとに発案     | 6. 特定の顧客からの提案・要望    |
| 7. 仕入先からの提案・要望         | 8. その他 ( )          |

第1位→ ( )	第2位→ ( )	第3位→ ( )
----------	----------	----------

4 新事業の実現に向けて次のような課題が存在するとき、どのようにして対処していますか。該当するものを上位から3つまで選び、○印をつけてください。

(1) 保有する自社技術での対応が困難なとき

1. 自社内で担当者を決め、独学で必要な技術を習得させる
2. 講習会に従業員を参加させる
3. 必要とする技術を有する専門家を系列親（子）企業から派遣してもらう
4. 必要とする技術を有する専門家を系列親（子）企業以外から招へいし、指導を受ける
5. 必要とする技術を有する機関（大学・公設研究機関等）から指導を受ける、あるいは共同研究を行う
6. 必要とする技術を保有する者を雇用する
7. 必要な技術を有する企業を探し、提携（ライセンスング）あるいは買収する
8. その他 ( )

(2) 保有する自社従業員の能力での対応が困難なとき、どう対応されますか

1. 従業員の費用負担で能力開発に取り組ませる
2. 会社が費用を負担し、研修または講習会に参加させる
3. 系列親（子）企業に依頼し、能力が高まるよう指導してもらう
4. その他の取引先に依頼し、能力が高まるよう指導してもらう
5. 先輩従業員（熟練者）とペアを組むことにより、知識・技能を移転させる
6. 従業員の能力以上の付加を与え、潜在能力が発揮される環境をつくる
7. その他 ( )

#### IV 地域との連携・企業集積メリットの活用についてお尋ねします。

1 貴社の所在地域（産業団地や研究学園都市を含む）では、企業や業界団体、大学等の集積が見られますか。

1. 集積は見られる    2. 集積は見られない    3. わからない

2 1で、「1. 集積は見られる」と回答された方にお尋ねします。集積に立地することにより、貴社の経営にプラスとなるようなことはありますか。下記の中からメリットとして感じているものがあれば、その番号のすべてに○印をつけてください。

- |                           |                  |                  |
|---------------------------|------------------|------------------|
| 1. 販売先の開拓が容易              | 2. 最新の技術情報の入手が容易 | 3. 最新の市場情報の入手が容易 |
| 4. 優秀な人材の獲得が容易            | 5. 共同研究先の確保が容易   | 6. 仕入先の確保が容易     |
| 7. 問題や課題解決のヒントやサポートを受けやすい | 8. 資金支援を受けやすい    |                  |
| 9. 地域内との連携のメリットはない        | 10. その他 ( )      |                  |

3 2で「地域内との連携のメリットがない（または少ない）」と回答された場合の理由は何ですか

1. 必要な情報が入手できない    2. 余裕がない    3. 人材がいない    4. 資金が得られない    5. その他 ( )

- 4 貴社は新しい技術・商品・市場等に関する情報は、主としてどの相手から入手されていますか。
1. 販売先（顧客）
  2. 仕入先
  3. 同業者
  4. 県内大学
  5. 県外大学
  6. 公設試験研究機関（工業技術センター）、
  7. 自治体、
  8. 商工会議所等の経済団体
  9. 業界団体
  10. その他（ ）
- 5 新たな技術やサービス開発について、社外の相手方と連携すること（オープンイノベーション）に取り組んでいますか。取り組んでいないときは、理由も併せてお答えください。
1. 取り組んでいる
  2. 取り組んでいない（理由 ）
  3. 取り組む予定はない（理由 ）
- 6 5で「取り組んでいる」と答えられた場合、取り組んでいる主たる相手先はどこですか
1. 系列親企業
  2. 子会社
  3. 販売先（顧客）
  4. 仕入先
  5. 同業者
  6. 業界団体
  7. 公設試験研究機関（工業技術センター
  8. 県内の大学
  9. 県外の大学
  10. 自治体の産業支援機関
  11. その他（ ）
- 7 取り組んでいる場合、どのような形で自社の技術シーズを明らかにされましたか。
1. ホームページで自社の技術シーズを公開
  2. 業界団体・大学等を通じた公開
  3. 要望に応じて個別に対応
  4. その他（ ）
- 8 貴社が新しい取組みを行うとき、上記6の相手とはどの程度の頻度で折衝を取っていますか。
1. ほぼ毎日
  2. 2、3日に1回程度
  3. 1週間に1回程度
  4. 2週間に1回程度
  5. 1ヶ月1回程度
- 9 貴社が新しい取組みを行う主な相手は、貴社から時間にしてどの程度の距離に位置していますか。
1. 車で片道（ ）分程度
  2. 半径（ Km）程度
  3. 同じ産業団地内（名称 ）
- 10 地域内では、熟練技術や技能を有する人材が起業するなど、彼らの能力を生かし活躍できる場が存在していると思いますか。
1. 存在している
  2. 存在していない
  3. わからない
  4. 自由記述（ ）
- 11 貴社の事業所が兵庫県内にある場合、総合的にみて集積の満足度をお聞かせください。
1. 非常に満足
  2. どちらかと言えば満足
  3. 普通
  4. どちらかと言えば不満足
  5. 全く満足していない

## V 国や自治体の公的支援等の利用状況についてお尋ねします。

- 1 貴社が新しい取組みを行う際に利用した（または利用したい）国や地方公共団体等の公的支援施策はありますか。該当するものがあれば番号にすべて○印をつけてください。
1. 経営革新支援対策補助金
  2. 政府系金融機関からの低利融資
  3. 税制の優遇措置
  4. 雇用関係助成金（奨励金）
  5. 販路開拓支援
  6. その他（ ）
  7. 必要を感じない
- 2 1で貴社が利用した（したい）公的支援施策のうち、貴社の新しい事業の立ち上げに有益となるものがあれば、該当する番号のすべてに○印をつけてください（利用していない場合は3にお進みください）。
1. 経営革新支援対策補助金
  2. 政府系金融機関からの低利融資
  3. 税制の優遇措置
  4. 雇用関係助成金（奨励金）
  5. 販路開拓支援
  6. その他（ ）
- 3 1で貴社が利用した公的支援施策のうち、貴社の新しい事業の立ち上げや新製品の開発に有用でしたか。（利用していない場合は4にお進みください）。
1. 大いに有用
  2. ある程度有用である
  3. あまり有用でない
  4. まったく役に立たない
- 4 貴社が今後新しい取組みを行う際に、国または地方公共団体に公的支援で望むことがあれば、該当するもののすべての番号に○印をつけてください。
1. 専門家によるコンサルティング
  2. 資金の確保
  3. 技術者・研究者の確保
  4. 技術の市場性の目利き
  5. 技術情報の獲得
  6. 特許専門家の確保
  7. 人材育成研修
  8. その他（ ）

5 貴社は、兵庫県の産業支援策をご存知ですか。該当するものすべてに○印をつけてください。過去に利用した支援策があれば、◎印をつけてください（複数回答可）。

1. 企業立地支援制度 2. 兵庫県 COE プログラム推進事業 3. 中小企業向け融資制度 4. 中小企業支援ねとひょうご 5 ひょうご産学官連携コーディネーター協議会 6. 兵庫県立ものづくり大学校

6 5で受けた支援策は有効でしたか。満足度に○をつけてください。（該当しない場合は7へ）

支援策1	1. 大変有効 2. ある程度有効 3. あまり有効でなかった 4. まったく有効でなかった
支援策2	1. 大変有効 2. ある程度有効 3. あまり有効でなかった 4. まったく有効でなかった
支援策3	1. 大変有効 2. ある程度有効 3. あまり有効でなかった 4. まったく有効でなかった
支援策4	1. 大変有効 2. ある程度有効 3. あまり有効でなかった 4. まったく有効でなかった
支援策5	1. 大変有効 2. ある程度有効 3. あまり有効でなかった 4. まったく有効でなかった
支援策6	1. 大変有効 2. ある程度有効 3. あまり有効でなかった 4. まったく有効でなかった

7 貴社は公的支援に関する情報を入手していますか。

1. HP等でチェック 2. 国や自治体のメールを受信 3. 広報印刷物 4. 公的支援団体からの案内  
5. 業界団体からの案内 6. その他（ ）

8 7で貴社が入手された公的支援情報は必要な情報でしたか。

1. 大変有効 2. ある程度有効 3. あまり有効でなかった 4. まったく有効でなかった

9 貴社が有用と考える公的支援情報とは何ですか

1. 補助金・助成金情報 2. 新製品・新技術動向 3. 経営に関する最新動向 4. 同業者の業界情報  
5. 異業種の業界情報 6. ICT活用情報 7. 大学の研究情報 8. 公的機関の技術情報  
9. その他（ ）

10 国や自治体が推進している産業集積に関する政策（産業集積条例による税の減免等）をご存知ですか。

1. 知っている 2. 適用を受けている 3. 知らない 4. 必要を感じない 5. その他（ ）

11 貴社は、国や地方公共団体が実施している産業支援関連のイベントや行事に参加していますか。

1. 頻繁に参加している 2. たまに参加する 3. 参加したいが行けない 4. 参加するメリットない

12 11で参加されている場合、どんなイベントや行事に参加しますか（参加しないと答えた方は9へ）

1. 新製品・新技術動向に関するセミナー 2. 経営に関するセミナー 3. ICT活用セミナー  
4. その他（ ）

13 11で参加された場合、どのようなメリットがありましたか。

1. 新たな取組みのヒントが得られた 2. 最新の市場や技術動向が把握できた 3. 国や自治体の支援策情報が入手できた 4. 企業や研究機関等との情報交換ができた 5. メリットはなかった

14 13で参加するメリットはなかったと答えられた場合、その原因は何ですか（該当しない場合は15へ）

1. 欲しい情報はなかった 2. 既に知っている情報だった 3. 連携したい相手先がいなかった 4. 支援策に満足しなかった 5. その他（ ）

15 貴社が新たな取組みを行う際に、どのような支援を公的機関に希望されますか。

1. 成功事例の紹介 2. 専門家の派遣制度 3. 利用にかかる補助金 4. 人材育成講座 5. 著作権等

質問は以上です。お忙しいところ長時間のご協力ありがとうございました。