

- 日本政策投資銀行・スタンフォード大学共同調査

「地域の技術革新と起業家精神に関する調査」-

**愛知県における**

**自動車産業クラスターの現状  
と発展可能性**

平成 15 年 11 月

日本政策投資銀行東海支店

## 【要 旨】

1. 愛知県は日本一の工業県である。製造品出荷額等の5割弱を輸送用機械が占め、自動車産業が愛知県製造業を牽引しており、その中心はトヨタ自動車を始めとするトヨタグループの集積である。愛知県にはトヨタ自動車を中心に巨大な自動車産業クラスターが形成されており、同社は2001年度に日本企業で初めて連結経常利益1兆円超を達成する等極めて良好なパフォーマンスを示している。その要因としては生産技術力の高さ、販売網の充実に加え、技術開発力の高さにもあると思われ、愛知県には株式公開を達成した技術開発型のベンチャー企業が少ない一方で、自動車産業クラスター内の既存の企業内での技術革新が地域の競争力維持に寄与していると考えられる。本稿では、愛知県自動車産業クラスターの発展経緯をまとめたうえで、シリコンバレーとの比較を念頭に置きつつ、特に「技術革新」と「連携」の観点から、クラスターの特徴を資料文献、ヒアリング調査等を通じて分析し、その評価及び発展可能性について考察する。

2. 愛知県自動車産業クラスター発展の歴史は天才発明家豊田佐吉の自動織機の発明に遡る。織機製造のために設立された豊田自動織機製作所（現 豊田自動織機）の一部門として自動車事業が開始された。1937年に自動車部門がトヨタ自動車工業（現 トヨタ自動車、以下「トヨタ」とする。）として分離独立した。戦前から関連サプライヤーがトヨタから分離する形で次々と設立され、自動車産業集積の原型は自然発生的に形成された。

戦後の経営危機、労働争議等乗り越え、日本の経済発展に伴いトヨタは業績を伸ばしていく中、「ジャスト・イン・タイム」の導入を実現するため、トヨタグループは愛知県内に工場を集中立地させた。トヨタはサプライヤーの技術力向上のために有形無形の支援を行い、その過程でグループの一体感が醸成された。

技術開発に関しては、トヨタは豊田佐吉以来の伝統である自社開発に拘り、グループの総力を結集して技術開発に取り組むほか、1960年にはグループ共同出資で豊田中央研究所を設立した。

石油危機前後から日本車に対する評価が高まり、トヨタは輸出を増加させ、日米貿易摩擦の深刻化を経て、海外現地生産を拡大していった。バブル崩壊により90年代前半は国内販売シェアが低下したが、90年代後半には40%台に回復し、現在も好調を維持している。

3. トヨタグループを中心とする愛知県自動車産業クラスターが競争力をつけた要因としては、教育や技能伝承に力を入れていることに裏打ちされた高い生産技術力、新車開発に際しコンセプト創造から生産、販売に至るまで責任を負う者を置くチーフエンジニア（主査）制度、トヨタとサプライヤーとの間で情報交換、共同開発を行っていることとグループ内での受注競争があるという「協調」と「競争」の間の絶妙なバランス、歴史

的な経緯等を背景としたグループの結束力の強さの4点があると考えられる。こうした要因を背景に技術革新が実現され、競争力が維持されているとみられる。

4．技術革新に焦点を当てると、愛知県自動車産業クラスターの技術革新は、プロセス・イノベーション（大括り納入を意味するモジュール化、車台共通化、次世代生産ライン導入等）とプロダクト・イノベーション（ハイブリッド車、燃料電池車などの環境分野、安全分野、ITS 分野等）に分けて考えられる。

こうした技術革新を実現した、愛知県自動車産業クラスターの技術開発の特徴は、豊田佐吉以来の伝統であるコア技術の自社開発への拘り、グループ内での交流等で培われた愚直に技術開発に取り組む風土や近年の中途採用の積極化、開発段階からの生産現場との連携、グループ共同出資で設立した研究開発機関の活用等であると考えられる。

さらに、開発段階からのサプライヤーとの連携も大きな特徴である。連携の具体的な態様は、サプライヤーに部品の詳細設計を任せる承認図方式、開発コンペ方式、サプライヤーの自主検査に任せる無検査納入、1次サプライヤーが集成部品として納入するサブアッセンブリー納入等である。基本的にはグループ内で擦り合わせを行うモデルが維持されてきたと言えるが、最近では、世界最適調達の方針を示してグループ外からの調達を促すほか、大学との連携を模索する等連携の広がりがみられる。

但し、トヨタグループ各社は、自動車分野で大きな成功を収めた一方で、自動車以外の分野では自動車ほどの成功を収めているわけではない。社内ベンチャーもグループサプライヤーの間ではほとんどみられず、研究開発機関が開発した技術を応用して創業するというスピンアウトベンチャーの動きもみられない。

5．愛知県自動車産業クラスターとシリコンバレーの比較を試みると、両者はともに成功したクラスターモデルの代表例と言えるが、両モデルの中身は非常に異なっている。シリコンバレーではオープンなネットワーク、起業に積極的な風土、高い人材の流動性を背景に、地域の大学や研究機関等による技術・人材の供給、ストック・オプション等のインセンティブ制度の導入、ベンチャー・キャピタルや弁護士などのビジネスインフラの整備が起業を促進しており、多くの技術開発型ベンチャー企業、スピンオフベンチャー企業の集積が地域の競争力強化に貢献している。一方、愛知県自動車産業クラスターは、近年では外部とのネットワークが徐々に広がりつつあるものの、基本的にはグループの一体感・頻繁な情報交換や豊田佐吉以来の愚直に技術開発に拘る風土を背景に、グループ内での「協調」と「競争」、生産現場との頻繁な連携が技術革新を促進し、既存企業における技術革新が地域の競争力強化に貢献している。

この違いの背景には、シリコンバレーが扱う製品はオープン・モジュラー型の、従来の市場に存在しなかった新しい製品が中心であるのに対して、トヨタグループが開発に取り組む自動車は、擦り合わせ型の製品であり、巨大な市場が既に存在する中で、基本的な製

品の形や性能は変化しないものの、環境、安全・ITS 分野の技術開発にみられるように、時代の変化に伴い、常に高度化が求められ続ける製品であるという製品特性の違いがある。

6 . 愛知県自動車産業クラスターは、今のところ、業績が好調なトヨタグループの集積により競争力を維持しているといえる。今後も愛知県自動車産業クラスターが競争力を維持・強化していくには、あくまで自動車産業を軸とした産業高度化を図っていくことが重要であり、その戦略の一つに燃料電池車に対する取り組みが考えられる。

トヨタグループも含め自動車業界では、環境負荷低減・省エネルギーの観点から次世代自動車として有力視されている燃料電池車の開発が進められており、燃料電池車の潜在的な需要は大きいものと考えられている。しかしながら、現実には、トヨタは世界で初めて燃料電池車の実用化を実現したものの、量産化ベースに移行するには、燃料電池関連の技術が未成熟であること、水素供給インフラの整備やコスト低減が進んでいないこと等の課題が山積しており、その普及にはなお時間がかかると考えられている。

燃料電池車の普及に向けた障害が大きいだけに、技術革新によりいち早く燃料電池車を量産化ベースに移行し、デファクトスタンダードを確立することができれば、愛知県自動車産業クラスターは更なる発展を遂げることができ、クラスターの高度化につながる戦略の一つとして重要であると考えられる。

{ 担当：松戸<sup>まつどげんき</sup>元気 ( email:gematsu@dbj.go.jp ) }

## 目次

はじめに	...1
第1章 愛知県自動車産業クラスターの現状	...2
1-1 愛知県の概要	
1-2 愛知県の製造業の特徴	
1-3 愛知県の自動車産業の特徴	
1-4 愛知県の起業の現状	
1-5 小括	
第2章 愛知県自動車産業クラスターの沿革と競争力の源泉	...10
2-1 クラスターの沿革	
2-2 クラスターの競争力の源泉	
2-3 小括	
第3章 愛知県自動車産業クラスターの技術革新	...23
3-1 技術革新の種類	
3-2 技術開発の特徴	
3-3 連携	
3-4 ケーススタディ	
3-5 自動車以外の分野への進出とベンチャー	
3-6 シリコンバレーモデルとの比較	
3-7 愛知県自動車産業クラスターの発展可能性	
補論 燃料電池とミシガン州の例	...39
補-1 燃料電池	
補-2 ミシガン州の例	
参考文献一覧	...45

## はじめに

本調査は、スタンフォード大学アジア太平洋研究センターにより 1999 年に開始された SPRIE プロジェクト (Stanford Project on Regions of Innovation and Entrepreneurship) の一環として位置付けられるものである。

SPRIE プロジェクトは、技術革新(Innovation)と起業家精神 (Entrepreneurship) の分析を中心に、地域の経済発展について、アジア太平洋地域を対象に国際横断的に地域比較を実施する調査研究である。当初シリコンバレー<sup>1</sup>に焦点を当てて調査を行った後、アジア諸国にその調査地域を拡大している。日本のほか、中国、台湾、韓国、インド、シンガポールでも、同時並行して調査が行われている。

日本では、今井賢一（一橋大学名誉教授（スタンフォード大学日本センター前理事長））を座長とし、同センターを中心に、日本政策投資銀行、独立行政法人経済産業研究所、九州大学、大阪大学、高知工科大学等によるプロジェクトチームを構成、調査を進めてきた。

この SPRIE-JAPAN プロジェクトは、日本全体の産業構造や社会文化構造に焦点を当てた全国レベルの調査チームと、日本の 8 つの地域（札幌、仙台、米沢、愛知、京都、広島、徳島及び福岡）に焦点を当てた地域調査チーム（日本政策投資銀行担当）に別れて実施されているが、本調査は後者の地域調査の一つである。

本調査は、SPRIE プロジェクトの共同議長を務めるスタンフォード大学のウィリアム・ミラー名誉教授やヘンリー・ローエン名誉教授等が米国から参加したワークショップを重ねた上で、まとめたものである。

日本政策投資銀行東海支店は、トヨタ自動車を中心とした「愛知県自動車産業クラスター<sup>2</sup>」を対象に、資料文献調査、ヒアリング調査を行い、シリコンバレーとの比較を念頭に置きながら、特に「技術革新」と「連携」に焦点を当てて調査結果を取り纏めた。

本調査は、第 1 章で自動車産業集積の状況を整理し、第 2 章でクラスターの沿革やその競争力の背景を述べたうえで、第 3 章で「技術革新」と「連携」の観点からクラスターの特徴の整理、評価を行い、今後の発展可能性について考察するという構成をとっている。

<sup>1</sup> 米国カリフォルニア州における、ハイテクベンチャー企業の集積地。技術・人材を供給する大学等の研究機関やビジネスインフラであるベンチャー・キャピタル・弁護士等も集積しており、多くのベンチャー企業が生まれている。シリコンバレーは最も成功したクラスターの一つであると言われている{チョン・ムー・リー、ウィリアム・F・ミラー、マルガリート・ゴン・ハンコック、ヘンリー・S・ローエン（2001）「シリコンバレー なぜ変わり続けるのか（上下）」（日本経済新聞社）参照。}。

<sup>2</sup> 産業クラスターは、米国の経営学者マイケル・E・ポーターが提唱し、多くの学者等がその有効性を謳っている概念であるが、「特定分野の企業、専門機関、関連業界、供給業者などが一地域に集積し、場合により大学、地方自治体などとも相互に有機的なネットワークを形成して、単なる集積以上の経済価値を自律的に生み出している状態」と定義でき、重要な点は単に地理的に集中しているだけでなく、競争かつ協力状態があり、技術革新が促進されていることだと言われている。本調査では、「特定分野において、競争力を発揮している産業集積」という広い意味で産業クラスターという言葉を用いており、トヨタ自動車を中心とした愛知県における自動車産業の集積を「愛知県自動車産業クラスター」として捉え、取り纏めた。

## 第1章 愛知県自動車産業クラスターの現状

### 1-1 愛知県の概要

愛知県は日本の中央部に位置し、東西の大都市である東京、大阪の間に挟まれている。古くから交通の要衝として栄え、現在では日本の三大都市圏の一つである名古屋圏の中心となっている。中心都市は県庁所在地でもある名古屋市であるが、トヨタ自動車の本社が立地する豊田市も県内に存在している。

交通体系をみると、県内を東海道新幹線、東名高速道路、名神高速道路、東名阪高速道路、中央自動車道、東海北陸自動車道など東西南北への移動経路が整備されており、旅客数国内第8位（2000年）の名古屋空港、輸出量国内第1位（2000年）の名古屋港、自動車輸出入量国内第1位（2000年）の三河港が県内に立地し、交通インフラは充実している。また2005年には中部国際空港が愛知県常滑市沖合の海上に開港予定であるほか、東海環状自動車道、第2東名・第2名神高速道路等の建設も進んでいるなど、交通インフラは今後さらに整備が進む予定である。

愛知県の概要を主要な項目で示すと図表1-1の通りとなる。

図表1-1 愛知県の概要

	単位	愛知県		全国	備考
			全国比		
面積	km <sup>2</sup>	5,157	1.4	377,819	2001年10月1日
人口	千人	6,965	5.5	126,479	2002年3月31日
就業人口	千人	3,662	5.9	62,228	2000年10月1日
県内総生産	億円	344,698	6.5	5,325,645	2000年度
第1次産業	億円	2,172	3.3	65,581	
構成比	%	0.6	-	1.2	
第2次産業	億円	128,327	8.7	1,478,438	
構成比	%	37.2	-	27.8	
第3次産業	億円	214,200	5.7	3,781,626	
構成比	%	62.1	-	71.0	
1人当り県民所得	千円	3,498	112.8	3,101	2000年度

出所：総務省「全国市町村要覧 平成14年版」、東洋経済新報社「地域経済総覧2003」  
内閣府「県民経済計算年報 平成15年版」

愛知県は、全国の1.4%の面積を占めるに過ぎないが、人口、県内総生産は全国比6%前後であり、経済規模は東京都、大阪府に次ぐ地位にある。愛知県の特徴は県内総生産に占める第2次産業の構成比が全国に比べ高く、全国的にみて経済のサービス化が進む中、製造業のウェイトが維持されている点にある。

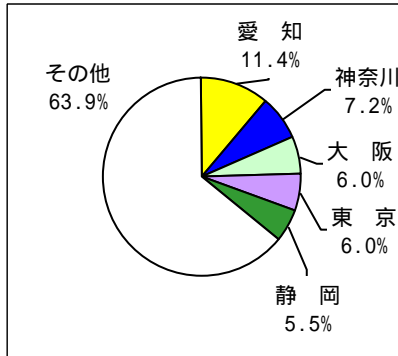
### 1-2 愛知県の製造業の特徴

#### 製造業全体の特徴

愛知県は、製造品出荷額等が24年連続全国第1位であり、日本一の工業県である。2000

年の製造品出荷額等は 34 兆 3,361 億円であり、全国の 11.4% を占める（図表 1 - 2）。

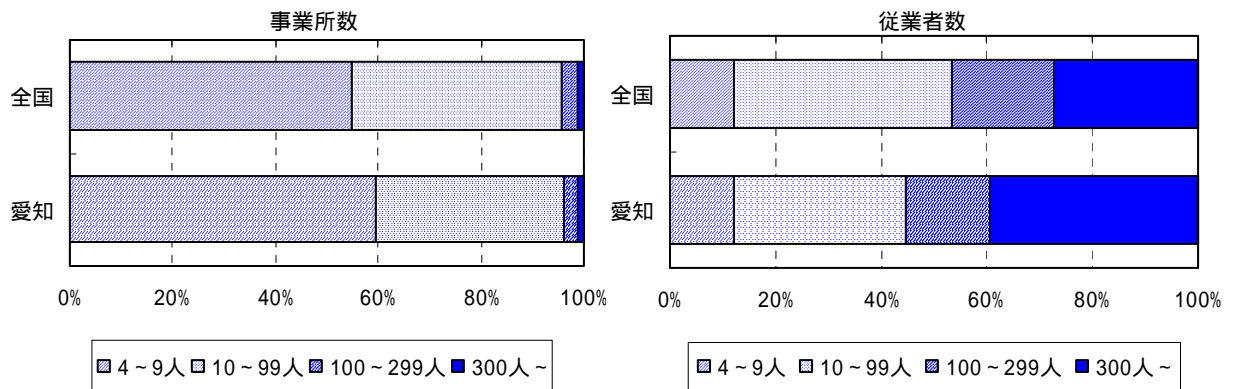
図表 1 - 2 製造品出荷額等の県別構成比（2000 年）



出所：経済産業省「平成 12 年工業統計」

事業所数の構成で見ると、300 人以上の大企業の占める割合は 1.2% に過ぎないが、従業員数の構成で見ると 39.5% を占めており、全国と比べ大企業の占める割合が高い（図表 1 - 3）。これはトヨタ自動車など自動車関連の大企業の集積によるところが大きいと考えられる。

図表 1 - 3 事業所数と従業員数の構成比（2000 年）



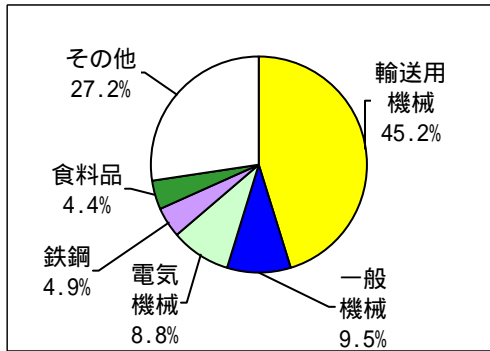
出所：経済産業省「平成 12 年工業統計」

#### 自動車産業の占める地位

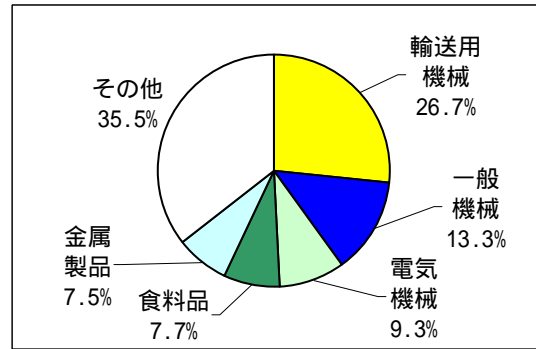
愛知県においては、自動車産業を含む輸送用機械が製造品出荷額等の 45.2%、製造業従業員数の 26.7% を占め、従業員一人当たりの製造品出荷額等が高く、自動車産業が愛知県製造業を牽引し、多くの雇用を吸収している。（図表 1 - 4、1 - 5、1 - 6）。また本行の設備投資計画調査においても、輸送用機械は製造業の設備投資額の 68.9%、うち自動車産業はその 97.5% を占め、愛知県における自動車産業の地位の大きさがうかがえる（図表 1 - 7）。



図表 1 - 4 製造品出荷額等の産業別構成比（2000 年） 図表 1 - 5 従業員数の産業別構成比（2000 年）

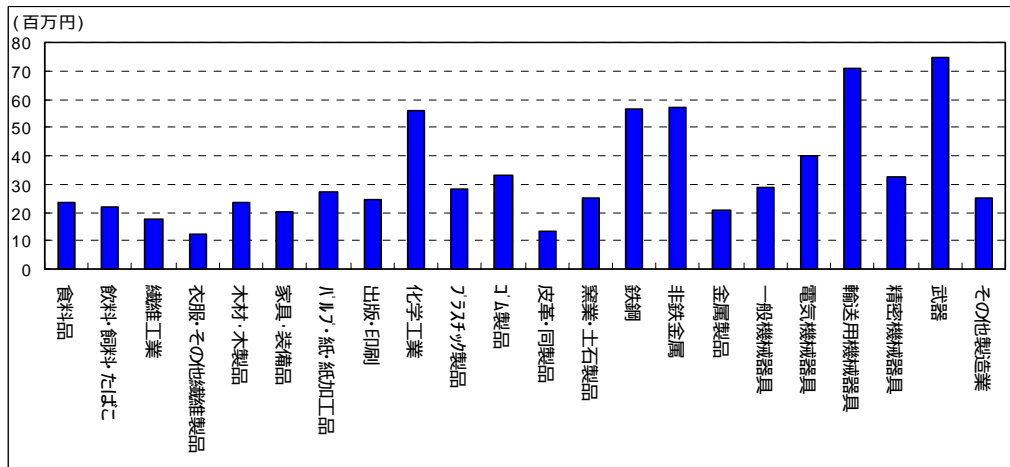


出所：経済産業省「平成 12 年工業統計」



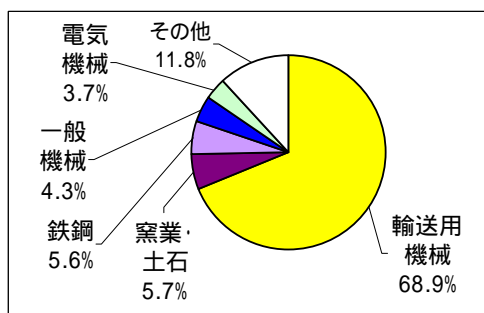
出所：経済産業省「平成 12 年工業統計」

図表 1 - 6 従業員一人当たりの製造品出荷額等



出所：経済産業省「平成 12 年工業統計」

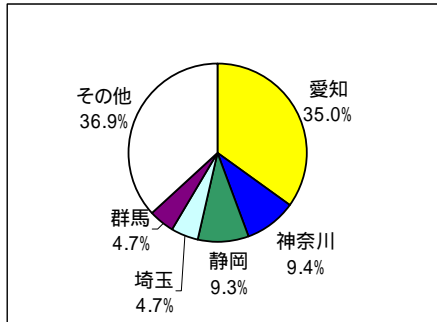
図表 1 - 7 製造業の設備投資額に占める輸送用機械の構成比（2001 年度実績）



出所：日本政策投資銀行設備投資計画調査（2002 年 8 月調査）

また輸送用機械の製造品出荷額等の県別構成比をみると、愛知県は 35.0%と他県を圧倒しており、愛知県は日本でトップの自動車産業集積地であるといえる（図表 1 - 8）。

図表 1 - 8 輸送用機械の製造品出荷額等の県別構成比（2000年）

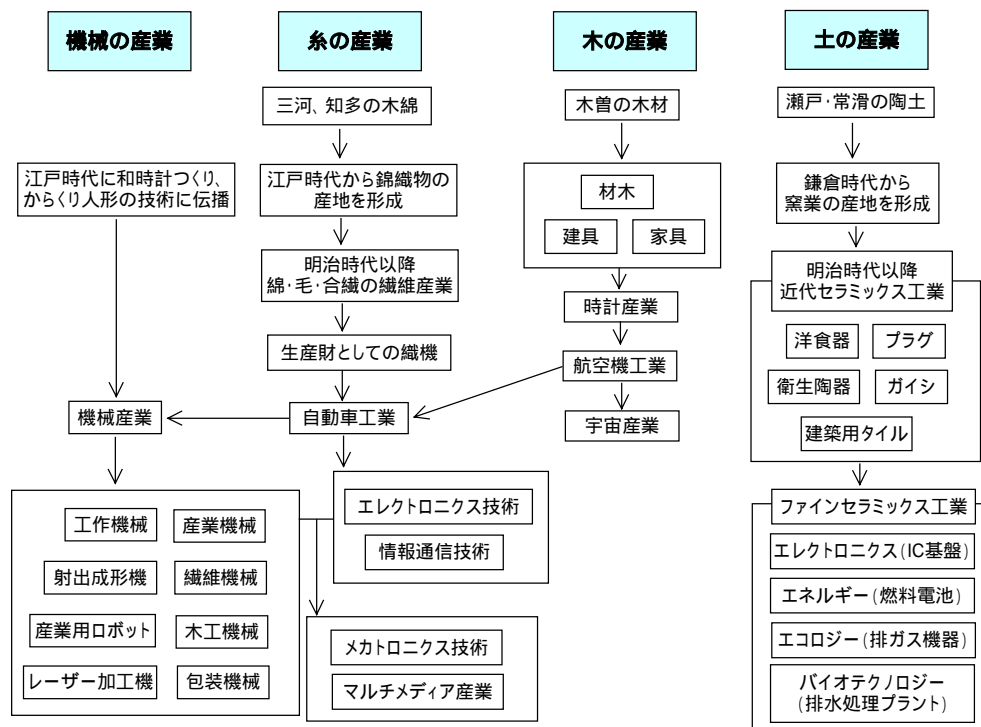


出所：経済産業省「平成12年工業統計」

他業種の製造業の地位

自動車産業の集積が目立つが、愛知県は昔からものづくりが発展してきた地域である。江戸時代の、高度な職人芸を要した和時計・からくり人形づくりなどをルーツとして機械産業が発展し、木曽の木材を使った木材加工の技術が時計、航空機工業などに応用され、瀬戸・常滑の陶磁器産業からセラミックス工業が発展した。また江戸時代から綿織物の産地として栄え、明治時代以降綿・毛・合織のそろった繊維王国として発展し、織機が開発された（図表1-9）。

図表 1 - 9 愛知県製造業の系譜



出所：名古屋市市民経済局「産業の名古屋2001」等により愛知県が作成した資料

現在では、繊維、プラスチック、ゴム、窯業・土石、鉄鋼、一般機械等幅広い業種の集積があり、ものづくりの基盤が整っている(図表1-10)。自動車産業に加えて、工作機械、セラミックス、鉄鋼等自動車生産に関わる様々な産業の集積があり、自動車を中心とした、厚みのある産業集積が形成されているといえる。

図表1-10 愛知県が上位を占める製造業の業種(輸送用機械以外、2000年)

(単位:百万円、%)

順位	都道府県	製造品出荷額等	全国比	順位	都道府県	製造品出荷額等	全国比
繊維工業				衣服・その他の繊維製品製造業			
1	愛知	480,409	16.0	1	大阪	401,070	11.5
2	大阪	302,019	10.0	2	岡山	254,226	7.3
3	福井	235,275	7.8	4	愛知	182,152	5.2
木材・木製品製造業				家具・装備品製造業			
1	愛知	225,169	7.0	1	愛知	243,474	9.0
2	北海道	220,982	6.9	2	大阪	236,248	8.7
3	静岡	180,154	5.6	3	福岡	150,833	5.6
プラスチック製品製造業				ゴム製品製造業			
1	愛知	1,381,011	13.2	1	愛知	386,187	12.4
2	埼玉	809,762	7.7	2	神奈川	196,124	6.3
3	茨城	753,950	7.2	3	静岡	190,058	6.1
窯業・土石製品製造業				化学工業			
1	愛知	931,781	10.5	1	神奈川	2,331,051	9.8
2	岐阜	465,832	5.3	2	大阪	2,322,862	9.8
3	滋賀	412,507	4.7	9	愛知	982,864	4.1
鉄鋼業				非鉄金属製造業			
1	愛知	1,680,636	14.1	1	茨城	567,448	9.2
2	千葉	1,190,504	10.0	2	静岡	501,363	8.1
3	兵庫	1,138,019	9.5	4	愛知	427,250	6.9
金属製品製造業				一般機械器具製造業			
1	大阪	1,701,492	11.2	1	愛知	3,264,486	10.7
2	愛知	1,280,658	8.5	2	神奈川	3,024,252	9.9
3	埼玉	917,939	6.1	3	大阪	2,229,897	7.3
電気機械器具製造業				精密機械器具製造業			
1	神奈川	4,832,950	8.1	1	東京	556,434	13.7
2	東京	4,772,147	8.0	2	長野	356,689	8.8
6	愛知	3,027,549	5.1	4	愛知	320,329	7.9

出所: 経済産業省「平成12年工業統計」

### 1 - 3 愛知県の自動車産業の特徴

#### 自動車産業の特徴

自動車産業は部品が2万点以上あると言われているように、加工組立型産業の典型である。自動車の製品特性はパソコン等のようなオープン・モジュラー型の製品でなく、クローズド・インテグラル型の製品であるため、自動車生産においては開発設計部門と生産部門や、車両組立部門と部品製造部門の高度の擦り合わせが必要である<sup>3</sup>。セットメーカーの内製率が米国より低い日本の場合<sup>4</sup>、多くの自動車部品会社が存在するが、擦り合わせ作業が必要なこと、輸送費、在庫低減を図る必要があることなどにより、愛知県内にはトヨタ自動車本社・工場を中心に関連部品メーカーも多数本社・工場を愛知県内に集中立地させている。

#### 自動車産業の集積

愛知県内には、トヨタ自動車を始めとして、主要なグループサプライヤーの本社、工場が愛知県内に集中立地している。トヨタ自動車はトヨタグループと呼んでいる10社（愛知県内本社立地企業、但し東和不動産は除く）のほかに多数の関連グループサプライヤーが愛知県内に立地している。愛知県内に立地するトヨタグループ企業の業績は好調であり、その中心であるトヨタ自動車の連結経常利益は2001年度に日本企業で初めて1兆円を超える規模となった。

図表 1 - 11 愛知県内に立地するトヨタグループ主要企業

会社名	設立	本社	資本金	売上高	経常利益	主な事業内容
トヨタ自動車(株)	1937.8	豊田市	3,970	151,063	11,135	自動車、住宅
(株)豊田自動織機	1926.11	刈谷市	680	9,802	479	自動車、自動車部品、繊維機械、産業車両
愛知製鋼(株)	1940.3	東海市	250	1,398	18	特殊鋼、鉄鋼品
豊田工機(株)	1941.5	刈谷市	248	1,885	30	自動車部品、工作機械
トヨタ車体(株)	1945.5	刈谷市	89	7,888	173	自動車
アイシン精機(株)	1949.6	刈谷市	411	12,219	603	自動車部品
豊田合成(株)	1949.6	春日町	251	3,031	105	自動車部品、化学製品
(株)デンソー	1949.12	刈谷市	1,731	24,011	1,431	自動車部品
豊田紡織(株)	1950.5	刈谷市	49	1,073	50	自動車部品、繊維製品
豊田通商(株)	1948.7	名古屋市	267	22,557	229	原材料・製品の売買
(株)豊田中央研究所	1960.11	長久手町	30	172	2	研究試験・調査

注) 資本金は2002年3月時点。売上高、経常利益は2002年3月期の連結。豊田中央研究所は単独。出所：各社有価証券報告書、HP等により日本政策投資銀行作成

<sup>3</sup> 「オープン」型とは、部品のインターフェイス（接合部）が業界全体で標準化しており、企業を超えた「寄せ集め」が可能なタイプを指す。「モジュラー」型とは部品の接合部が標準化していて、これを寄せ集めれば多様な製品ができるタイプを指す。「クローズド」型とは、部品間の接合部設計ルールが基本的に一社内で閉じているタイプを指す。「インテグラル」型とは、製品ごとに部品設計を相互調整し最適設計しないと製品全体の性能が出ないタイプを指す。インテグラル型は「擦り合わせ」型ともいわれる（藤本隆宏（2000）「20世紀の日本型生産システム」（一橋ビジネスレビュー特集論文）同（2003）「能力構築競争」（中公新書）参照）

<sup>4</sup> 最近ではGM、フォードの部品分社化の動きもあり、一概には言えなくなっている。

図表 1 - 12 愛知県内に立地するトヨタグループの工場

会社名	愛知県内の工場名	主要製品
トヨタ自動車(株)	本社、元町、上郷、堤、高岡、広瀬、貞宝(以上豊田市)、三好、下山、明知(以上三好町)、田原、衣浦	自動車、自動車部品、住宅他
(株)豊田自動織機	本社・刈谷、高浜、碧南、長草(大府)、共和、大府、東知多、東浦	自動車、自動車部品(カーエアコンコンプレッサ、エンジン等)、産業車両、繊維機械、電子機器、自動車用プラスチック他
愛知製鋼(株)	知多、鍛造(以上東海市)、刈谷、東浦	特殊鋼、鍛造品、電磁品、非鉄金属部品他
豊田工機(株)	本社、東刈谷(以上刈谷市)、岡崎、花園(岡崎市)、幸田、田戸岬(高浜市)	自動車部品(パワーステアリング、等速ジョイント等)、工作機械、メカロニクス製品他
トヨタ車体(株)	本社・富士松(刈谷市)、刈谷	自動車他
アイシン精機(株)	半田、刈谷、新豊(豊田市)、新川(碧南市)、西尾、小川(安城市)	自動車部品(ポンプ、クラッチ部品、ブレーキ、パワーウィンド等)、コシエネ製品他
豊田合成(株)	春日、平和町、尾西、稲沢	自動車部品(内外装部品、ボディインリーク部品、機能部品、セーフティシステム部品等)、LED等オプトエレクトロニクス製品、福祉・健康商品他
(株)デンソー	本社、池田(以上刈谷市)、安城、善明(安城市)、西尾、高棚(安城市)、幸田、豊橋、阿久比、日進	自動車部品(カーエアコン等冷暖房機器、電装品及び制御製品、燃料噴射装置、カーナビ等)、ハンディスキヤ、グラスビジョン、灯油エアコン、産業用ホット他
豊田紡織(株)	刈谷、豊田、尾西、豊橋、木曾川、大口、田原	自動車部品(エンジン機能部品、空調機能部品、内装品、外装品等)、繊維衣料他

出所：各社有価証券報告書・HP、(株)アイアールシー「トヨタ自動車グループの実態 2002年版」により日本政策投資銀行作成

愛知県及びその周辺に、トヨタ自動車以外に三菱自動車岡崎工場、静岡県浜松市周辺のスズキの工場、三重県鈴鹿市の本田技研工業の工場など他セットメーカーの工場も立地し、愛知県を中心として自動車産業の集積が見られる。他メーカーの工場も愛知県及びその周辺に立地していることが、部品メーカーの納入量確保に貢献している。

#### 1 - 4 愛知県の起業の現状

愛知県の開業率は1996～99年平均で4.0%であり、東京都(5.1%)、大阪府(4.5%)より低い。ベンチャー企業の資金調達支援を図るため、名古屋証券取引所は1999年10月にベンチャー企業向け市場である「セントレックス」を開設したが、現在までにマンション販売のエムジーホーム(本社 名古屋市)1社が上場しただけであり、2002年度末時点の上場企業数はゼロである。新規上場企業数が年間150社弱に上った新興三市場(JASDAQ、大阪証券取引所ヘラクレス、東京証券取引所マザーズ)と比較すると見劣りする。

一方、2003年8月末時点の上場公開企業群の内訳を見てみると、全3,617社の上場公開企業のうち愛知県本社企業は229社であるが、1980年以降に設立された企業は30社であり、そのうち製造業はわずか3社に過ぎない(図表1-13)。製造業3社の主要事業をみる

と、医療機器製造販売（日本コーリン、1997年JASDAQ上場）、パンの製造販売（コモ、1997年JASDAQ上場）、プリント配線板加工（野田スクリーン、2000年ヘラクレス上場）であり、いずれも自動車産業から派生しているわけではなく、医療、ITなどの新興分野の企業が株式公開をしている。

上述のように愛知県においては、株式公開を達成した技術開発型のベンチャー企業が少ないが、その背景としてトヨタ自動車及びそのグループ企業等を中心とする自動車産業を始めとして、大企業の業績が好調であり、雇用吸収力が大きいことや豊かな地域であるので無理をしなくてもよい状況であること等が考えられる。

図表 1 - 13 1980年以降に設立された上場公開企業（愛知県本社、設立年月順）

会社名	設立年	主要事業	会社名	設立年	主要事業
(株)ユー・エス・エス	1980	中古車オークション	(株)エムジーホーム	1986	マンション分譲
日本コーリン(株)	1980	医療機器製造販売	東海旅客鉄道(株)	1987	鉄道事業
積和不動産中部(株)	1981	不動産賃貸	(株)トーション	1988	携帯電話販売
(株)クリップコーポレーション	1981	学習塾等	(株)ゲオ	1989	ビデオ、CD等レンタル
(株)スギ薬局	1982	医薬品小売	(株)日本オプティカル	1989	コンタクトレンズ販売
(株)壱番屋	1982	カレー専門店チェーン	(株)サンヨーハウジング名古屋	1989	住宅建設販売
(株)ウッドフレンズ	1982	住宅販売	(株)アイケイ	1990	雑貨等通販
ピープルスタッフ(株)	1983	人材派遣	(株)エスケーアイ	1991	携帯電話販売
(株)VTホールディングス	1983	自動車販売	(株)モック	1994	イベント企画等
(株)オーエーシステムプラザ	1983	パソコン販売	(株)あみやき亭	1995	焼肉店・焼鳥店
(株)コモ	1984	パンの製造販売	(株)ブライム	1995	TVショッピング事業
(株)パレモ	1984	衣料品販売	(株)エイプランニング	1996	ワゴンサービス・託児所
(株)野田スクリーン	1984	プリント配線板加工	(株)イレッジ・ワンガードコーポレーション	1998	書籍販売等
スターキャスト・ケーブルネットワーク(株)	1985	CATV事業	(株)エディオン	2002	家電販売
(株)シエロネット	1985	CD、ビデオ等レンタル	(株)サーユーコーポレーション	2002	LPガス事業

出所：東洋経済新報社「会社四季報2003/秋季」等により日本政策投資銀行作成

## 1 - 5 小括

愛知県では、トヨタ自動車を中心に巨大な自動車産業クラスターが形成されている。クラスターの中心であるトヨタ自動車は、販売台数で日本で第1位、世界で米GM<sup>5</sup>社、米フォード社に次ぐ第3位の自動車メーカーであり、2001年度には連結経常利益が日本企業で初めて1兆円を超えるなど、極めて良好なパフォーマンスを示している。こうした好業績の背景にはトヨタ自動車の高い競争力があるとみられるが、その要因としてはトヨタ生産方式に代表される生産技術力の高さ、5チャンネルを擁する販売網の充実に加えて、世界初のハイブリッド車や燃料電池車の市販化等に現れている技術開発力の高さもあると思われる。先述の通り愛知県内には株式公開を達成した技術開発型のベンチャー企業が少ない一方で、自動車産業クラスター内の既存の企業内での技術革新が地域の競争力維持に寄与しているのではないかと考えられる。そこで本レポートではトヨタグループの技術開発のあり方を参考事例として、愛知県自動車産業クラスターの技術革新の現状を分析し、その評価並びに発展可能性について考察することとしたい。

<sup>5</sup> General Motors Corporation

## 第2章 愛知県自動車産業クラスターの沿革と競争力の源泉

### 2-1 クラスターの沿革

#### 自動織機の発明

愛知県自動車産業クラスター発展の歴史は天才発明家豊田佐吉の誕生に遡る。1867年に現在の静岡県湖西市に生まれた豊田佐吉は、当時手織で行われていた織布業の機械化に成功し、1890年に(豊田式)木製人力織機を発明・完成させ、拠点を愛知県に移してから1896年に(豊田式)木鉄混製動力織機を発明・完成させた。その後長い歳月を経て1924年に世界最初で最高性能の無停止杼換式自動織機を誕生させた。この織機は、スピードが速くなっただけでなく、多くの経糸のうち一本でも切れたり、横糸がなくなったりすると織機が自動的に停止する仕組みになっており、不良品を排除するという発想がベースにある。これは機械に人間の知恵をつけるという意味で「自動化」と呼ばれ、現在の自動車産業における「トヨタ生産方式」の基本的な考え方の一つとなっている。豊田佐吉は旺盛な発明意欲の持主であり、独自で技術改良を続けた。トヨタグループが技術開発を重視する姿勢の原点は創業者にあるといえよう。

また紡織機の量産の経験を通じて工員や技術者の養成が進んだほか、鍛造技術等の生産技術力が向上し、自動車生産進出のベースとなった。鍛造技術はエンジン等の鍛造技術に繋がるものの、織機と自動車には直接的な技術の繋がりは少ないが、織機の生産システムに対する考え方は、自動車生産のベースとなった。

1918年名古屋市内に綿糸・綿布の製造・販売を行う豊田紡織を設立した豊田佐吉は、1926年自動織機を量産するため現在の愛知県刈谷市に豊田自動織機製作所を設立した。豊田紡織は他紡織会社との合併を経て、1937年に豊田自動織機製作所から分離独立したトヨタ自動車工業に吸収合併されたため、豊田自動織機製作所は現在の自動車業界におけるトヨタグループの源流となっている。

#### 自動車生産の開始

愛知県における自動車産業の誕生は、他産業の技術の応用ではなく、トヨタグループ創業者豊田佐吉の情熱が契機となったといえよう。1910年の海外視察で欧米のモータリゼーションの発展に驚きを受けた豊田佐吉は、日本での自動車生産に意欲を燃やした。その意欲を受け継いだ長男豊田喜一郎が日本初の大衆車生産を目的に掲げて1930年頃に研究開発に着手し、1933年には豊田自動織機製作所内に自動車部が設立された。

当時の日本では自動車生産に使用する部品や鉄鋼、工作機械などを製造できる企業がほとんど存在しなかったため、豊田喜一郎は、自動車生産の先進国である欧米諸国に社員を派遣し組立工程の研究や工作機械の購入にあたらせ、購入した輸入車を分解して研究するなど欧米の事例に倣う一方で、調達に関しては内製化を基本方針としていた。製鋼所を自社で建設し、部品製造も輸入部品以外は極力内製化を図り、工作機械も内製化を試みた。

上記のように豊田自動織機製作所は自動車生産のための基盤整備を進め、1935年に国産初の大衆車「G1型トラック」、1936年に「AA型乗用車」を発表した。1935年末に現在の刈谷市に隣接する拳母町（現 豊田市）に広がる広大な原野を購入して拳母工場（現 トヨタ自動車本社、本社工場）の建設に着手したことに加え、1936年、現在の愛知県刈谷市に組立工場を建設し増産化を進めていく中、1937年に豊田自動織機製作所自動車部の分離独立により、現在のトヨタ自動車の前身となるトヨタ自動車工業が新工場建設中であった拳母町（現 豊田市）に設立された。

#### トヨタグループの形成

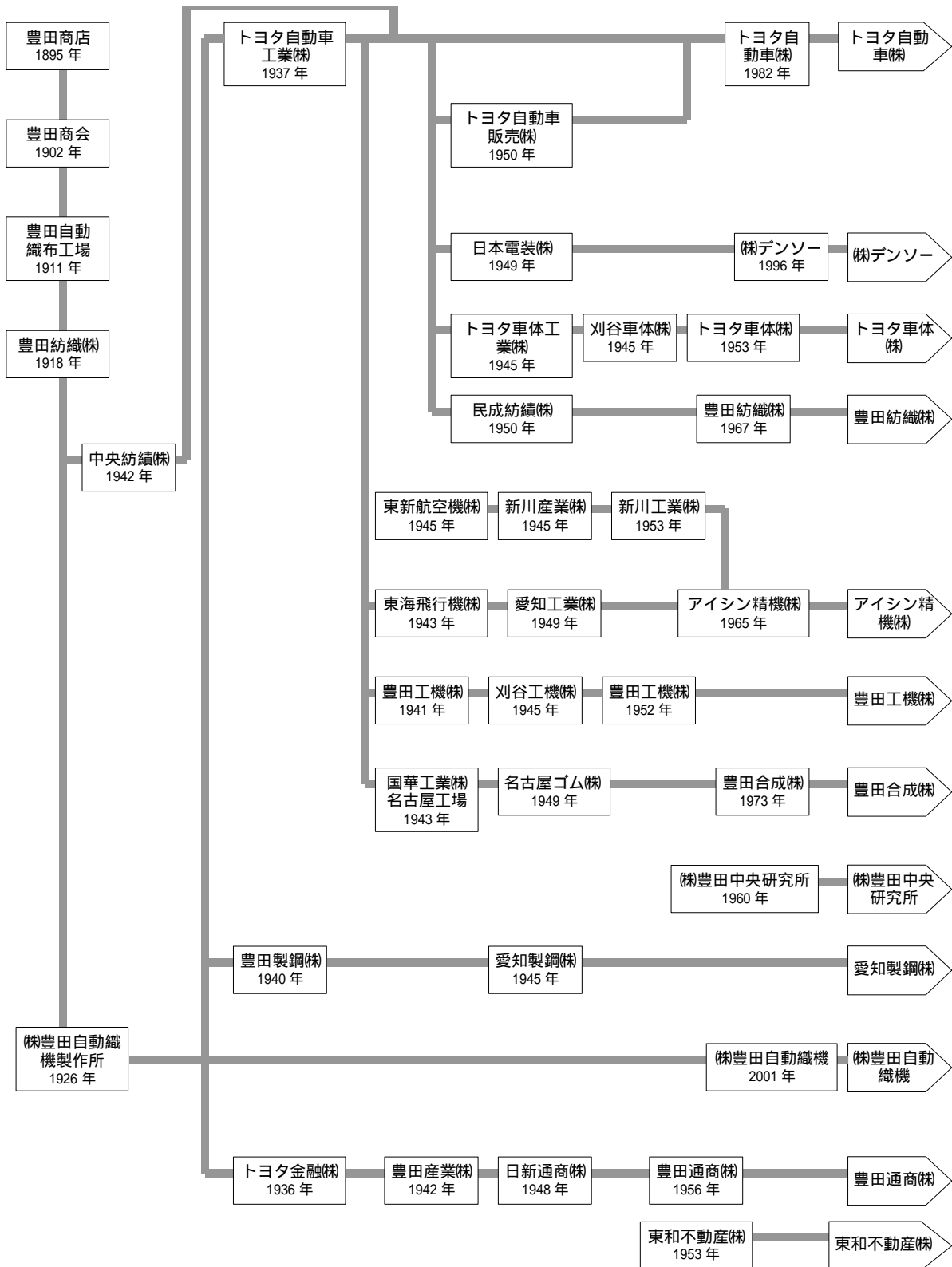
現在みられる自動車産業集積の原型は、トヨタ自動車工業の内製部門が分離独立する形で自然発生的に形成されたといえる。1945年の終戦前後の時期に、愛知製鋼（1940年）、豊田工機（1941年）、アイシン精機（1943年）、トヨタ車体（1945年）、デンソー（1949年）、豊田合成（1949年）、豊田紡織（1950年）が設立された（括弧内は設立年、社名は現在のもの）。

また1939年、戦時下の厳しい物資統制のなか、円滑かつ効率的な資材調達を進めることを目的として、資本関係の有無に関わらず、関連部品メーカーとトヨタ自動車工業との間で「協力会」が組織され、1943年には、戦局の緊迫から資材の調達が一層困難を極めたことから、従来の「協力会」を発展させる形で「協豊会」が設立され、現在の系列構造のベースが形成された。

トラック生産傾斜という第二次世界大戦時下の政府の方針や敗戦による混乱により、日本の自動車産業は欧米に立ち遅れていたため、トヨタ自動車工業は、自動車製造・販売に集中し、部品専門メーカーを育成することが日本の競争力強化に繋がると判断し、分社化・外注化を進めた。また内製せざるを得なかったという事情はあるが、結果として鉄鋼、工作機械、電装品など自動車に関連する製造業の集積のベースが形成された。また資材の効率的入手を目的に設立された「協豊会」が、結果的にトヨタ自動車工業とサプライヤーの一体感を醸成することとなった。



図表 2 - 1 トヨタグループ形成の経緯図



出所：トヨタ自動車「トヨタ自動車 30年史」等

### 戦後の集中立地とジャスト・イン・タイム

戦後、乗用車生産を再開したトヨタ自動車工業は、1949年、ドッジラインの金融引締めにより資金不足となり、経営危機に陥った。金融機関の協調融資で乗り切ったが、金融機関から製販分離と過剰人員の整理を条件とされ、1950年、トヨタ自動車工業からトヨタ自動車販売が分離独立し、トヨタ自動車工業は1,600人の人員整理を労働組合に提示した。労働組合は反発して労働争議が勃発し、経営陣は責任をとって退陣し、労働組合も人員整理を受け入れる形で労働争議は終結した。この時の経験が、現在の労使協調路線と無借金経営のベースとなっている。また販売部門の分離が結果として、トヨタ自動車工業が技術開発に集中できるベースとなった。1950年に勃発した朝鮮戦争による特需で業績が回復し、神武景気、いざなぎ景気を経て、1966年から日本経済が高度成長を続け、乗用車需要増加に伴い業績を伸ばしていった。

乗用車需要が増加する中で、トヨタ自動車工業及びサプライヤーが愛知県内に工場を集中立地させたのは、主要グループサプライヤーがトヨタ自動車工業から分社化して創業したという経緯もあるが、トヨタ自動車工業が、「ジャスト・イン・タイム」の導入を求めたことがあげられる。「トヨタ生産方式」の二本柱の一つである「ジャスト・イン・タイム」は、豊田喜一郎の発想に基づき考えられたものであり、「必要なときに、必要なものを、必要なだけ生産する」ことにより在庫等のムダを排除する考え方である。終戦時の日本の生産性はアメリカの八分の一であったと言われており、豊田喜一郎は「3年でアメリカに追いつく」ことを目標とし、徹底的にムダを排除して生産の効率化を図ることを考えた。ジャスト・イン・タイムの導入のためには距離が近いことが重要であり、それは結果的に輸送費の削減にもメリットがあった。

またトヨタ自動車工業は現在、豊田市を含む愛知県内に12工場を構えているが、それは挙母市（現 豊田市）の熱心な誘致によるところも大きい。自動車工業を軸とした新しい街づくりを計画していた同市は、1959年に市の名称を豊田市に変更し、トヨタ関連工場の熱心な誘致を進めた。同社もそれに応える形で豊田市内に元町工場（1959年）、上郷工場（1965年）、高岡工場（1966年）などを建設した。

ジャスト・イン・タイムの導入、品質の安定、原価低減のためにはサプライヤーの技術力向上が不可欠であったため、トヨタ自動車工業は、継続的取引関係をベースに、技術指導、トヨタ生産方式の導入、支払いサイト短縮化による資金繰り支援等によりサプライヤーの育成に力を注ぎ、所謂系列化を進めた。特に原価低減に対する取り組みに重点を置き、サプライヤーと一体となって、「原価管理運動」を進めた。トヨタ自動車工業の成長に伴い、関連部品メーカーも有形無形の支援を受ける形で成長し、その過程でグループの一体感が醸成された。

### 販売網のいち早い整備

トヨタ自動車は現在も40%強の国内販売シェア（軽自動車を除く）を維持できているの

は、戦後、販売網をいち早く整備したことがベースとなっている。戦時下の日本では、トヨタ系ディーラーも日産系ディーラーも「日本自動車配給株式会社」に統合されたが、戦後の同社解散後、トヨタ自動車工業は、全国の旧日産系ディーラーを相次いでトヨタ系販売店に鞍替えさせた結果、大部分がトヨタ系ディーラーとなり、ライバルメーカーに差をつけることができた。また経営危機時の金融機関の要請による販売部門分社化が、結果的に更なる販売力の強化に集中できる素地となった。トヨタ自動車販売は、1956年に他社に先駆けて調査室を設立し、機械工学、数学、統計分析などのスペシャリストを集め、需要動向の把握に努めたほか、複数販売店制を導入し、「トヨタ店」に次ぐ第2系列となる「トヨペット店」を、1957年には第3系列として「ディーゼル店（現在のカロラ店）」を創設した。現在の販売体制は「トヨタ店」、「トヨペット店」、「カロラ店」、「ネッツ店」、「ピスタ店」の5系列であるが、「ピスタ店」を「ネッツ店」に統合し、2005年に新たに米国で展開している高級車販売ブランド「レクサス」を日本に導入する計画を立てており、販売の更なる強化に努めている。

#### 技術開発の原点

戦前戦後の空白期間により、日本の自動車産業が欧米に立ち遅れ、他の日本メーカーが欧米自動車会社との技術提携により技術開発を進めようとする中、トヨタ自動車工業は米国のフォード工場見学等を通じて米国の先進例を吸収する一方で、欧米自動車会社との技術提携は行わず、豊田佐吉以来の「企業経営における自主独立」という伝統的精神を再確認して独力で技術開発を図った。欧米製の機械導入や豊田工機との共同開発等により生産設備の近代化を進める一方で、1954年にテクニカルセンター、1956年に日本メーカー初のテストコースを建設し、技術開発の基盤をいち早く整備した。またグループの技術担当取締役が一堂に会してグループ技術戦略等を情報交換する全豊田技術懇談会（後に全豊田技術会議に発展解消）を発足させたほか、研究開発の効率化及び基礎研究の充実を目的に1960年にはグループ共同出資により豊田中央研究所を名古屋市に設立し（1980年に愛知県長久手町に移転）研究開発をグループ共同で行う体制も整えた。

一方主要グループサプライヤーの中には外国企業から技術を導入する形で技術開発を進めた企業もある。デンソーは独口パートボッシュ社、豊田工機は仏ジャンドルン社と技術提携し、アイシン精機は米ボルグ・ワーナー社と合弁企業（現 アイシン・エイ・ダブリュ）を設立して技術の導入を図った。

欧米に倣う一方で、「研究と創造に心を致し、常に時流に先んずべし」という社是にもあるように、豊田佐吉以来の技術に対する自社開発の拘りがグループに浸透しており、それがトヨタグループの技術開発の原点となっていると考えられる。

## 発展と海外展開

高度成長による所得増加に伴い、大衆車需要が急増する中、トヨタ自動車販売は1966年に大ヒット車「カローラ」の発売を開始、モータリゼーションの進展に伴い、トヨタ自動車工業の生産量は増加の一途をたどった。国内生産累計が10万台を達成した1947年から15年後の1962年に国内生産累計100万台を達成したが、そのわずか10年後の1972年には国内生産累計が1,000万台を突破した。

一方、海外展開をみると、トヨタ自動車工業は、輸出を開始した1957年以降、小型車を中心に輸出を増加させたが、石油危機を経て日本製の燃費のよい小型車に人気が集まり、100万台達成の1969年からわずか10年後の1979年には輸出累計が1,000万台を突破した。しかし日米貿易摩擦の深刻化を受け、トヨタ自動車工業を含む日本自動車メーカーは、米国での現地生産を開始し、グローバル展開を進めた。トヨタ自動車工業は1959年にブラジルでの現地生産開始を皮切りに、アジア、中近東、中南米、アフリカなどの地域で海外展開を進めたが、1982年にトヨタ自動車工業とトヨタ自動車販売が合併して誕生したトヨタ自動車は、1984年にGM社との合弁で米国での生産を開始し、その後米国、欧州に海外生産を展開していった。トヨタ自動車は2002年末現在、26ヶ国46拠点で（計画も含む）で海外生産を行っている。海外生産台数は、1985年時点では136千台であったが、2002年には2,155千台となった。また、グループサプライヤーもトヨタ自動車の海外展開に伴い、海外展開を進めた。一方、海外生産拡大に伴い、輸出台数は1985年の1,980千台をピークに減少している。

## 日本企業で最高利益を達成

トヨタ自動車の国内生産台数は、1990年に史上最高の4,212千台を記録したが、バブル崩壊以降の国内販売台数減少、海外生産増加による輸出の減少により、円高が進んだ1995年には、3,171千台と5年間で約100万台も減少した。40%以上であった国内販売シェア（軽自動車を除く）も1995年には39.4%と40%を割り込んでしまった。トヨタ自動車はサプライヤーの協力のもと3年間で15%の原価低減を達成する一方、RV車、小型車分野の新車投入や海外販売の増加に伴い業績が回復し、1999年には国内販売シェア（軽自動車を除く）が41.5%と40%台を再び超え、2002年には43.6%へ上昇している。

トヨタ自動車は次世代自動車の開発を進め、1997年にハイブリッド車を世界で初めて販売し、2002年には世界で初めて燃料電池車の実用化を実現した。2001年度の連結経常利益が日本企業で初めて1兆円を超え（1兆1,135億円）、グループ会社も業績好調であり、日本全体の景気が伸び悩む中、愛知県の自動車産業は好調を維持している。

## 2-2 クラスターの競争力の源泉

トヨタグループを中心とする愛知県自動車産業クラスターの競争力の背景は、既に様々な観点から議論されているところであるが、生産・開発の観点から次のように整理できると考えられる（なお、以下では1982年のトヨタ自動車工業とトヨタ自動車販売との合併以前においても、両社を区別せずトヨタ自動車と記述することとする）。

### 高い生産技術力

#### ・トヨタ生産方式

トヨタグループの強さとして、世界に冠たるトヨタ生産方式がまず思い浮かぶが、トヨタ生産方式<sup>6</sup>は、必要な時に、必要なものを、必要なだけ生産するという「ジャスト・イン・タイム」と、トラブル発生時に機械が自動的に停止したり、作業者がラインをとめる「自動化」を二本柱としている。今や共通語となっているが、「カイゼン」を繰り返すことにより日々進化している。トヨタ生産方式は図表2-2に示されている代表的な諸要素が有機的に結びつき、システムとして競争力を発揮しているというのが、現在の定説であり<sup>7</sup>、トヨタ自動車は、指導員をグループサプライヤーに派遣するなどして、グループ全体にトヨタ生産方式が浸透するように取り組んできた。グループサプライヤーが愛知県内に集中立地していることがジャスト・イン・タイムの導入を可能にし、トヨタ生産方式の伝播を容易にさせている。

トヨタ生産方式が優れた生産方式であることを物語る事例として米国生産子会社 NUMMI<sup>8</sup>の事例があげられる。1984年、トヨタ自動車はGM社との合併でNUMMIを設立し、海外生産を開始した。NUMMIはGM社の旧フリーモント工場を再生させたものであり、敷地、工場設備、労働力等主要な生産要素は旧フリーモント工場から引き継ぎながらトヨタ生産方式を導入し、NUMMIはGM社時代と比べ生産性が2倍に上がった。トヨタ生産方式が世界に通用することを証明した格好の一例と言えよう。

<sup>6</sup> MIT（マサチューセッツ工科大学）の研究グループが1980年代に実施した「国際自動車問題研究計画（IMVP）」でトヨタ生産方式が調査の対象となり、トヨタ生産方式はムダのない筋肉質の生産方式と紹介され、「リーン生産方式」と名付けられた。

<sup>7</sup> 藤本隆宏（2000）「20世紀の日本型生産システム」（一橋ビジネスレビュー特集論文）参照。

<sup>8</sup> New United Motor Manufacturing, Inc.

図表 2 - 2 トヨタ生産方式の諸要素

トヨタ生産方式の諸要素	内容
ジャスト・イン・タイム	必要なときに、必要なものを、必要なだけ生産すること。在庫を極力減らしてムダを排除する考え方。
自動化	機械に知恵を付けるという意味で「にんべんのある自動化」と呼ばれている。トラブル発生時に機械が自動的に停止し、不良品の発生を排除する考え方。
かんばん方式	後工程が前工程に引き取りに行く方式。前工程は後工程が引き取った分だけ生産し、余分な在庫を持たないようにする発想。かんばんに必要情報を書き込み、工程間の情報交換を行う。
平準化	生産のばらつきを少なくすること。
順序 1 個流し	できるだけ顧客の注文通りに、1 車種ずつラインに流す生産方式。段取替を頻繁に行うことが必要であるが、取替時間の圧縮に成功し、生産の平準化に貢献。
多工程持ち	一人の作業者が多数の工程を担当すること。
多能工	複数の工程を担当できる作業員。反対概念は単能工。
アンドン	ライン・ストップ表示板のこと。異常を直すために必要であればラインを止めるために異常表示灯を点灯させる。
少人化	生産量に対応して何人でもやれる方法にし、定員化しない方法。

出所：各種資料により日本政策投資銀行作成

#### ・教育、技能伝承の推進

高い生産技術力を維持するため、トヨタグループは教育や技能の伝承に力を入れている。トヨタ自動車は 1939 年に政府公布の「工場事業場技能者養成令」に基づき、技能者養成所を開校し、戦後も中卒者対象の職業訓練校として「トヨタ工業学園」を存続させているほか、他のグループ会社も自ら学園を設立し、技能者の養成に努めている。それが技能五輪メダリストを多数輩出する等の結果に結実している。

1981 年には名古屋市に豊田工業大学を設立し、同大学は研究開発、製品開発等における技術者養成の一部門を担っている。グループ会社や東京大学・名古屋大学等から客員教授や非常勤講師を多く受け入れているほか、グループ各社への学外実習も取り入れ、実務密着の教育を行っている。また学費を国立大学並に押さえ、通信料無料の学生寮や 24 時間利用可能なコンピュータ演習室を整備する等、充実した環境を学生に提供している。また大学院も設置しており、トヨタグループ内外を問わず、企業から派遣された社会人学生を積極的に受け入れているほか、大学院初の民間研究機関（豊田中央研究所）との提携やポストドクトラル制度を導入する等、ユニークな教育を行っている。

トヨタ自動車は、中部電力、東海旅客鉄道（JR 東海）と共同でイギリスの名門パブリックスクールであるイートン校をモデルとした中高一貫校の設立計画（2006 年 4 月開校予定、定員：1 学年 120 人）を発表し、ものづくりに拘らず広く多様な資質を持った国際人の養成を目指している。

図表 2 - 3 技能者養成学校

会社名	学校名	内容
トヨタ自動車(株)	トヨタ工業学園	高等部(中卒者3ヵ年教育)、専門部(高卒者1ヵ年教育)の2過程。卒業生は約15,000人。
(株)デンソー	デンソー工業技術短期大学校	工業高校課程(中卒者3ヵ年教育)、高等専門課程(高卒者1ヵ年教育)、短大課程(高卒者2ヵ年教育、技術者養成が目的)、技能開発課程(技能五輪訓練)の4課程。
(株)豊田自動織機	豊田自動織機専修学園	高卒者対象の1ヵ年教育。

注：アイシン精機(株)、アイシン・エイ・ダブリュ(株)、豊田工機(株)等も企業内学園を有する。  
出所：各社HP、資料等により日本政策投資銀行作成

また現場の生産技術高度化にも力を入れている。OJT、QCサークル活動、技能検定・競技会の実施等を通じて日常的に技能者の能力向上に努めているほか、別に技能伝承・研修の部署を設け、集中的に学習させるような手法も使っている。自社の技能者育成だけでなく、サプライヤーの技能者も受け入れ、グループ全体で生産技術力の強化を図っている。

図表 2 - 4 現場の生産技術指導

会社名	組織名	内容
(株)デンソー	デンソー技研センター	技能研修、技術研修を通じてものづくりに必要な理論と実践を教育する。サプライヤーにも開放。
アイシン精機(株)	ものづくり原点工房	同社生産技術部の専用実習場。機械の改造、製作を行う実習。大卒社員のものづくり体験不足を補うことが目的。
A社	T P S 道場	各工場に設置し、ものづくりの伝承の場として位置付けている。サプライヤーからも受け入れる。T P Sは「Toyota Production System(トヨタ生産方式)」のこと。

出所：(財)中部産業活性化センター「生産技術並びに技能の継承・発展のための人材育成に関する調査研究」、ヒアリング等により日本政策投資銀行作成

#### ・品質の高さ

全社的・総合的に品質管理を実施して顕著な業績の向上が認められる企業に贈られるデミング賞を受賞したトヨタグループ企業(愛知県本社企業、サプライヤー組織加入企業も含める)は23社あり、生産技術力の高さが品質の高さに結実している〔1951~2001年で延べ171社が受賞。受賞企業数は東京都(45社)に次いで愛知県は2位(25社)〕。

トヨタ自動車は1961年にTQC<sup>9</sup>を導入し、1965年にデミング賞を受賞した。さらに、同年に購買管理部を新設し、ここを拠点にサプライヤーに対するTQCの指導を本格化し、1969年には「トヨタ品質管理賞」を制定して、トヨタグループ内でのTQCの定着に努めた。

<sup>9</sup> Total Quality Control。全社的品質管理と訳されている。1996年にTQM(Total Quality Management)に改称された。TQC(TQM)は「顧客の満足する品質を兼ね備えた品物やサービスを適時に適切な価格で満足できるように、企業的全組織を効果的・効率的に運営し、企業目的の達成に貢献する体系的活動」((財)日本科学技術連盟デミング賞委員会)と定義されている。トヨタ自動車は、TQCへの取り組みを通じて、「検査の徹底化によるのではなく、工程で品質を作り込む」という考え方、原価管理規則、現場の小集団による自主的な品質管理・改善運動であるQCサークル活動等を導入した。

### チーフエンジニア（主査）<sup>10</sup>制度

競争力の2番目の源泉として、チーフエンジニア（CE）制度があげられる。トヨタ自動車は、コンセプト創造からデザイン、設計、生産、販売に至るまで責任を持つCEを各製品毎に置いて、製品開発を進めている。CEは職制上はスタッフであるが、製品開発に関しては、役員よりも発言力が高いと言われている。CEが単に受身的に各部門を調整するのではなく、能動的に各部門を強力に率いることにより、CE制度は開発組織として高いパフォーマンスをあげていることが確認されている<sup>11</sup>。

CE制度は航空機産業のチーフ・デザイナー制度を参考にしたと言われている。航空機産業はトータル・バランスが極めて重要だという固有の技術的特性があるがゆえに、強力なリーダーシップをもつチーフ・デザイナーの存在が重要だと言われていた。戦前、日本の航空機産業には多数の優秀な技術者が存在し、航空機産業が解体された戦後、多くの技術者が自動車産業に再就職したと言われているが、トヨタ自動車は技術者だけでなく、開発組織まで移転させたと言える。実際、初代カローラ等の主査であった長谷川龍雄氏は立川飛行機出身であった。

### グループ内の「協調」と「競争」

競争力の源泉の3番目として、グループ内の「協調」と「競争」があげられる。愛知県内に集中立地していることが、日々の情報交換、共同開発等の「協調」を容易にし、またグループ内で競争を促すことが競争力の維持に貢献している。

トヨタ自動車は、主要部品に関して同社作成の設計図を示して部品を発注する貸与図方式ではなく、コスト・性能等を提示し、部品メーカーが設計・製造を担当する承認図方式での発注が多く、サプライヤーの創意工夫を促している。その過程で、頻繁な擦り合わせを行うほか、サプライヤーがゲストエンジニアをトヨタ自動車に派遣し、共同開発を行うことも多い。また自動車は多数の部品で構成されることから、部品間の擦り合わせも必要であり、製品化までは何回も擦り合わせ作業を行っている。例えばオートマチックトランスミッション（AT）の開発はATだけで完結するものではなく、動力機関であるエンジンとのマッチングが必要である。愛知県内に集中立地していることが、その擦り合わせ作業を容易にし、製品開発のスピードを促進している。

一方で1部品に関してグループ内の複数サプライヤーからの調達を基本方針とし、それが製品開発を促進していると同時に、トヨタ自動車は部品の内製を行っており、内製部門もサプライヤーの競争相手となる。例えば、グループトップクラスの電装部品サプライヤーであるデンソーに対しても、競争による緊張関係を促すため、トヨタ自動車は、1986年

<sup>10</sup> トヨタ自動車では、当初は主査と呼ばれていたが、後にチーフエンジニアに呼称変更された。重量級プロダクトマネージャー（PM）とも呼ばれている{藤本隆宏（1997）「生産システムの進化論」参照}。

<sup>11</sup> トヨタ自動車のCE制度に代表される重量級PM制をもつ企業が、開発期間、開発生産性、総合商品力の全ての面で競争優位を示す傾向があることは、実証的に確認されている{藤本隆宏（1997）「生産システムの進化論」参照}。



に電装部品を生産する広瀬工場を新設している。複合的な競争構造が高品質・低コストの製品開発に繋がっているといえる。ヒアリング先からは「グループ内の競争相手が製造する製品の品質・価格を把握しているため、競争相手の製品をベンチマークとして具体的な目標が設定しやすい。」「グループ外との競争より、グループ内競争のほうが激しい。」という回答が得られ、競争の激しさがうかがわれた。

競争を促す以外にも、部品メーカーから効果的な原価低減の提案を出してもらい、原価低減の半額を部品メーカーに還元する制度である「VE・VA 提案制度」を用いて、トヨタ自動車はグループサプライヤーのインセンティブを高める工夫をしている。

しかしながら、近年ではさらなるコスト削減を図り競争力の維持を図る観点から開発車種の増加や開発期間の短縮が課題となっており、グループサプライヤー間での生産移管やトヨタ自動車が生産する部品のグループサプライヤーへの集約など、グループ内での事業再構築に向けた動きがみられ始めている（図表2-5）。また、トヨタ自動車は2000年から設計、生産、調達の各部門、サプライヤーの4者が一体となって3年間で30%の原価低減を目指す「CCC21<sup>12</sup>」に取り組み、これを達成するなどグループを挙げてコスト削減を進めている。

「協調」と「競争」の間で絶妙なバランスをとっていることが競争力の維持に貢献していると言える。

図表2-5 事業再構築の事例

【トヨタ自動車(株)内製部品の外注化】	
製品	内容
プロペラシャフト	豊田工機(株)へ生産集約
ブレーキ部品	アイシン高丘(株)へ生産集約
サスペンション部品	豊生ブレーキ工業(株)へ生産集約
補修用バンパー	豊田紡織(株)へ生産集約
【トヨタグループ共同出資の新会社設立】	
製品	内容
樹脂燃料タンク	(株)エフティエス（本社：愛知県稲沢市、2002年2月、トヨタ自動車(株)・豊田合成(株)・堀江金属工業(株)出資により設立）
電動パワーステアリング開発	(株)ファーベス（本社：岡崎市 2002年11月、光洋精工(株)・豊田工機(株)・(株)デンソー・トヨタ自動車(株)出資により設立）
ブレーキシステム開発	(株)アドヴィックス（本社：愛知県刈谷市 2001年7月、アイシン精機(株)・住友電気工業(株)・(株)デンソー・トヨタ自動車(株)出資により設立）
【グループ内での生産移管】	
製品	内容
カーエアコン用コンプレッサ	(株)デンソー (株)豊田自動織機
パワーステアリング	アイシン精機(株) 豊田工機(株)

出所：新聞記事等により日本政策投資銀行作成

<sup>12</sup> Construction of Cost Competitiveness 21

### グループの結束力の強さ

競争力の源泉の4番目は、歴史的な経緯等を背景とした、グループの結束力の強さである。トヨタグループは、同業他社が外国資本を受け入れ、系列を解体する動きがみられる一方で、トヨタ自動車グループがグループ会社の株式保有だけでなく、役員も派遣するなど資本関係や人的な関係を強化し、その結束力を強固なものにしている。

図表2-6 トヨタ自動車からグループ会社への役員派遣例（2002年7月時点）

会社名	事例
(株)デンソー	会長：トヨタ自動車(株)元副社長、常務(現専務)：トヨタ自動車(株)元取締役
(株)豊田自動織機	会長：トヨタ自動車(株)元副会長、副社長：トヨタ自動車(株)元取締役、他
アイシン精機(株)	会長：トヨタ自動車(株)元副社長、専務：トヨタ自動車(株)元部長、他
豊田紡織(株)	社長：トヨタ自動車(株)元取締役、副社長：トヨタ自動車(株)元部長、他
愛知製鋼(株)	副社長：トヨタ自動車(株)元専務、専務：トヨタ自動車(株)元部長、他
豊田工機(株)	会長：トヨタ自動車(株)元専務、社長：トヨタ自動車(株)元取締役、他
豊田合成(株)	会長：トヨタ自動車(株)元常務、社長：トヨタ自動車(株)元取締役、他

出所：(株)アイアールシー「トヨタ自動車グループの実態 2002年版」により日本政策投資銀行作成

社長会、トヨタ自動車の部品サプライヤーで構成される協豊会、トヨタ自動車の機械設備メーカーやエネルギー会社で構成される栄豊会、グループサプライヤーの取引先で構成される組織などがグループ内で重層的に形成されている。協豊会、栄豊会では情報交換や共同研究が行われているが、同じ製品を製造するメーカーが複数存在することによって、実際のトヨタ自動車との取引では熾烈な競争が行われ、絶えず緊張関係に置かれている。ヒアリング先からは「品質向上、軽量化、コスト削減等で共同研究をしている。」「技術研修センターをサプライヤーに開放している。」というコメントがあり、「協調」と「競争」の中でサプライヤーも含めた全体で競争力強化に取り組んでいる姿勢がうかがえる。

図表2-7 サプライヤー組織の事例

組織名	受注者	組織名	受注者
協豊会	トヨタ自動車(株)	協和会	トヨタ車体(株)
栄豊会	トヨタ自動車(株)	東海理化協力会	(株)東海理化
中部アイシン協力会	アイシン精機(株)	豊工協力会	豊田工機(株)
協栄会	アラコ(株)	協和会	豊田合成(株)
愛協会	愛三工業(株)	豊永会	(株)豊田自動織機
豊鋼会	愛知製鋼(株)	とよてつ共栄会	豊田鉄工(株)
飛翔会	(株)デンソー		

出所：(株)アイアールシー「トヨタ自動車グループの実態 2002年版」より日本政策投資銀行作成

### 2-3 小括

愛知県自動車産業クラスターの発展は、織機を製造する豊田自動織機から自動車開発製造ベンチャー企業としてトヨタ自動車分社化され、さらにトヨタ自動車から分社化する形で部品・鉄鋼・工作機械等のグループサプライヤーが誕生し、トヨタ自動車を中心とな

って愛知県内集中立地を維持しつつ、グループサプライヤーを育成しながらの共存共栄の歴史であったといえる。こうしたトヨタグループを中心とする愛知県自動車産業クラスターが競争力をつけた要因としては、教育や技能伝承に裏打ちされた高い生産技術力、新車開発に際しコンセプト創造から生産、販売に至るまで責任を負う者を置くチーフエンジニア（主査）制度、トヨタ自動車とサプライヤーとの間で情報交換、共同開発を行っていることとグループ内での受注競争があるという「協調」と「競争」の間の絶妙なバランス、歴史的な経緯等を背景としたグループの結束力の強さの4点があると考えられる。事実、グループ企業が愛知県内に集積していることのメリットについては、ヒアリング先から「ジャスト・イン・タイムの導入やグループ内における製品開発の擦り合わせ作業がしやすい。」「トヨタ自動車から分社化してグループの基盤が形成されたという経緯はあるが、距離的に近接して頻繁に顔を合わせて、グループ内で様々な情報交換をしていることがグループの一体感に繋がっている。」という回答が得られた。

愛知県自動車産業クラスターは、こうした要因を背景に技術革新が実現され、競争力が維持されているとみられるが、第3章では、技術革新に焦点を当ててその整理を試みる。

## 第3章 愛知県自動車産業クラスターの技術革新

### 3-1 技術革新の類型

本項では、プロセス・イノベーション、プロダクト・イノベーションの観点から、愛知県自動車産業クラスターにおける技術革新について、具体的に見ていくこととしたい。

#### プロセス・イノベーション

##### ・モジュール化

モジュール化とは、サプライヤーが自動車部品の中で互いに関連する一定の部品を「かたまり」としてある程度大きな単位に予め組み立て、セットメーカーの組立ラインに供給する方式である。モジュールの事例としては、計器パネルやカーエアコン、オーディオ等からなるコックピットモジュール、バンパー、ヘッドランプ、クルマの冷却系等からなるフロントエンドモジュール、窓ガラスの昇降機構のドアモジュールなどが代表的である。

トヨタグループでは、従前からサプライヤーの小さな単位でのサブアッセンブリー納入等の「調達のモジュール化」や車両組立ラインに並列して設置されるサブラインにおける組立を意味する「生産のモジュール化」の取り組みは行われていた。しかしながら、冒頭の大括り納入を意味するモジュール化については、サプライヤー側に技術が蓄積されて、それがブラックボックス化するため、サプライヤーに対する価格交渉力の低下を招く等のデメリットも予想されることから、トヨタ自動車は一部の内装部品等を除いて消極的であったが、近年は部品の機能系統が同一である部品を大括りにする「システム化」を志向し、従前よりは積極的な取り組みがみられている。またそれに合わせて部品の機能系統に合わせて部品メーカーや組織の再編を検討しており、ブレーキシステム開発のアドヴィックス設立（図表2-5参照）はそうした動きの一例である。さらに従前はモジュールの構成部品の選定はトヨタ自動車の専権事項であったが、開発スピードをさらに上げるためモジュール発注を受ける「システムサプライヤー」に調達権を委譲する動きもみられる。ヒアリング先の中には、「モジュール化、システム化を進める上では部品メーカー相互の連携が必須であり、地理的な近接性が連携をやりやすくしている。」という回答もみられた。

モジュール化を進める背景は、グローバル規模の競争が激しくなる中、開発車種増加や開発期間短縮だけでなく、更なるコスト削減を図る必要があることと、環境・安全・ITS等のコア技術開発に開発資源を集中したいというトヨタ自動車の意図があると考えられる。トヨタグループは、これまでトヨタ生産方式に代表されるように生産段階でのコスト削減に注力してきたが、モジュール化だけでなく、部品共通化への取り組みや「CCC21」にもみられるように、さらに設計段階にまで遡ってコスト削減を図ろうとしている。

但し、トヨタ自動車はサプライヤーとの関係上モジュール化を進めてよいものは進めるが、コア部品については、モジュール化は行わない方針である。またモジュール化が進行していると言っても、あくまで大括り納入によるコスト削減、統合による小型化・機能向

上等が目的であり、車種による形状の違いやコア部品の非モジュール化もあるので、それをもって、擦り合わせ型からモジュール型に製品特性が変わりつつあるとは言えないと考えられる<sup>13</sup>。

#### ・車台（プラットフォーム）共通化

従来は、車種毎に最適な車台を設計するとの考え方から、車台（プラットフォーム）共通化の事例は少なかったが、車台当たり生産台数増加による原価低減や製品バリエーションの拡大を目的に、近年は、トヨタ自動車においても車台共通化の動きがみられている。トヨタ自動車は、1999年に「ヴィッツ」の車台をベースに4種類の小型車を投入し、2002年には同車の車台を利用した商用バンを発売している。またハイブリッド車「プリウス」はカローラの車台を利用して開発された。このような動きにあわせ、トヨタ自動車は2003年に開発組織を車台単位で再編している<sup>14</sup>。また車台共通化により、開発期間短縮化も図られている。

#### ・次世代生産ラインの導入

トヨタ自動車は、2001年度末までに、ほとんど全てのボディ組立ラインに次世代生産ライン<sup>15</sup>（以下、「新ライン」という。）を導入した。従来は、モデルチェンジ時の生産準備期間は、構想検討、設備設計から生産開始まで約4年かかっていたが、新ラインでは、試作を伴わない三次元シュミレーションでのデジタル設計等を用いて、約1年に短縮し、大幅なコスト削減を実施している。

#### プロダクト・イノベーション

自動車は、「走る、曲がる、止まる」という基本性能に変化はないものの、排出ガス増加による環境規制の導入、交通事故増加による安全性能への期待の高まり、ライフスタイルの変化による消費者の嗜好の変化等に合わせ、常に開発を継続する必要がある。自動車に要求される付加価値の変遷にあわせ、必要な技術も広がっており、近年は、「環境」、「安全」、「ITS」が技術開発の主要テーマになっている。トヨタグループは、時代のニーズに対応して、技術開発に積極的に取り組むことにより、連綿と続く製品高度化を成し遂げてきた。

<sup>13</sup> 藤本隆宏は80年代の小型車や小型家電が貿易の主役であった「インテグレーションの時代」と90年代のデジタル情報ネットワーク財が牽引した「モジュラー化の時代」を経て、現在は世の中には擦り合わせ製品もモジュラー製品もあり、日米では相性の良い製品が異なる傾向があるというある種の「比較優位」の基本に立ち返ったとの認識から、「世の中の製品は全てモジュラー化するので、モジュラー製品に強い米国企業のグローバルスタンダードに学ぶべきだ」というのは、「モジュラー化の90年代」に引っ張られた議論であり、賛成できないと述べている（（社）日本経済研究センター創立40周年特別企画「産業再生 - 競争力強化の処方箋」）。

<sup>14</sup> 従来の車両開発は、後輪駆動車を担当する第1開発センター、前輪駆動車を担当する第2開発センター、商用車等を担当する第3開発センターにおいて、分担されていた。

<sup>15</sup> トヨタ自動車は「グローバルニューボディライン」と呼んでいる。

## ・環境

環境関連の技術開発は、1970年代の米国のマスキー法による排出ガス規制の成立や杉並区の光化学スモッグ発生等の公害問題の高まりにより日本においても排出ガス規制が導入されたことが契機となった。トヨタ自動車は、豊田中央研究所と共同開発した三元触媒を使用することにより規制値をクリアすることに成功した。当時のトヨタ自動車には触媒を研究する化学分野の技術者が存在せず、触媒の研究に取り組んでいた豊田中央研究所を活用することとなった。さらに1973年の第一次石油危機により省エネのための燃費向上が課題となったが、排出ガスから有害物質を除去し、さらに省エネを達成するためには、常にエンジンの最適な燃料流量や空気との混合比を維持する必要があるため、電子制御等のエレクトロニクス技術の開発も進められ、1960年代後半からIC研究を開始したデンソーなどグループサプライヤーとの共同開発が貢献した。

また、トヨタ自動車は1997年に世界初の量産型ハイブリッド車「プリウス」を発売した。トヨタ自動車が開発したハイブリッド車は、バッテリーを搭載し、ガソリンエンジンと電気モーターを組み合わせて動力源としている車であり、発進時や低速走行時のようにエンジンの効率が悪い状況では、電気モーターで走り、高負荷領域ではガソリンエンジンで走る。ガソリンエンジン使用時及びブレーキ時に発生する摩擦エネルギーを使って発電するので、充電の必要がない。燃費は従来の2倍となり、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量は二分の一、炭化水素(HC)及び窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)は十分の一になった。ハイブリッド車はバッテリーを使用する点、高度の電子制御技術、ソフトウェアを必要とする点で従来の車と異なるものであったが、バッテリーは松下電池工業と、電子制御用のパワーデバイスは豊田中央研究所と共同開発した。

さらに現在は次世代自動車として有力視されている燃料電池車の開発をグループの総力を結集して進め、2002年12月に世界で初めて燃料電池車の実用化を実現した。燃料電池は燃料の水素と空気中の酸素を使って、水の電気分解と逆の化学反応を起こして発電した電気を動力源とする仕組みで、走行時には水だけしか排出しない究極のクリーンカーと考えられている。

開発が進められている次世代自動車は、ハイブリッド車、天然ガス車、電気自動車、水素直接型燃料電池車、水素吸蔵合金型燃料電池自動車、メタノール改質型燃料電池車、ガソリン改質型燃料電池車等様々であり、どれが主流になるか未知であるため、トヨタ自動車は自社開発に拘り、上述の全てについて研究開発を行っている。

## ・安全

安全分野では、衝突安全ボディ「ゴア」などボディの強度を強化するパッシブセーフティの分野のほか、アンチロック・ブレーキ・システム(ABS)<sup>16</sup>やビークル・スタビリティ・

<sup>16</sup> 急ブレーキ時や滑りやすい路面でのブレーキ時に、タイヤロックによるスリップを防止するシステム。近年では、EBD(Electronic Brake force Distribution、電子制動力配分制御)付ABSが導入されている。

コントロール (VSC)<sup>17</sup>等のアクティブセーフティの分野で開発が進められており、一部で既に実用化されている。ABS、VSC は電子制御技術を使うものであり、環境分野と同様、エレクトロニクス技術の応用が不可欠となっている。最近では、トヨタ自動車と豊田中央研究所でバーチャル人体モデルを共同開発し、それをういてコンピュータで衝突時の安全性を分析して設計開発を行っており、従来のダミー人形を使った場合では分析が難しかった骨折及び軟らかい組織の傷害予測も可能になった。

#### ・ ITS

またより快適な運転や自動車交通の課題の解決に向けて、ITS<sup>18</sup>分野の開発も進んでいる。トヨタ自動車は、多様な運転支援システムによりヒューマン・エラーを防ぐことを目的とするカーインテリジェント、自動車向けの情報サービスを提供するカーマルチメディア、ETC<sup>19</sup>などのファシリティズ、電気自動車の地域共同利用などの地域新交通システムの実現を目的とするトランスポート、顧客の業種・業態にマッチした総合的・近代的輸送システム導入を目的とするロジスティクスの5分野に分けて ITS 分野の開発に取り組んでいる。例えばカーインテリジェント分野では、電子スキャンミリ波レーダーを使用して、自動的に適切な車間距離を保つブレーキ制御付レーダークルーズコントロールを豊田中央研究所、デンソーと共同で開発し、またカーマルチメディア分野では、カーナビゲーション画面を通じてメールの送受信や情報配信を受けられる車載情報通信端末「G-BOOK」を開発し<sup>20</sup>、既に一部の車で実用化している。

上記の通り、環境等の外部的な制約や消費者の自動車に求める価値の変化により、自動車に必要な技術は広がりを見せているが、近年は特に電子制御・カーインテリジェント等のエレクトロニクス技術やソフト開発技術の応用が自動車の付加価値を高めるのに不可欠となっている。車のエレクトロニクス化に伴い、車内の電力需要が今後ますます増加することが予想され、車内の電圧<sup>21</sup>を 14 ボルトから 42 ボルトに上げる研究も進んでいる。

現在、自動車に搭載される半導体の数は 100～150 個と言われており、自動車は機械技術の枠にある半導体のかたまりに変わりつつあると言えよう。

このような流れを背景に、京セラが自動車部品プロジェクトを発足させたように国内のエレクトロニクス関連部品メーカーでも自動車部品事業を強化する動きがみられるほか、日立製作所、東芝、日本電気といった総合電機メーカーにおいても、自動車を戦略部門として位置付ける動きがみられる。いずれも自動車を成熟産業ではなく、21 世紀における成

<sup>17</sup> 急ハンドル時のタイヤの横滑りを防ぐ車両安全性制御システム。

<sup>18</sup> Intelligent Transport Systems、高度道路交通システム。

<sup>19</sup> Electronic Toll Collection System、ノンストップ自動車料金収受システム。

<sup>20</sup> テレマティクスとも言う。テレマティクスとは通信と情報工学を組み合わせた造語であり、車載端末と車外の情報ネットワークを結ぶ仕組みのこと。

<sup>21</sup> 現行の 14 ボルトと将来採用が予定される 42 ボルトは、オルタネータからバッテリーに充電する際の電圧であり、バッテリーから放電する際は、14 ボルトは 12 ボルト、42 ボルトは 36 ボルトになる。

長産業とあらためて認識し直し、大きなビジネスチャンスの到来と捉えた上での動きと考えられよう。

### 3-2 技術開発の特徴

愛知県自動車産業クラスターの技術開発の特徴は、複数の主要サプライヤーに対するヒアリング、文献・新聞記事等の調査から、下記のように整理できると考えられる。

#### コア技術の自社開発への拘り

トヨタグループに共通するのは、コア技術の自社開発に拘っているということである。これは豊田喜一郎が国産乗用車の開発に拘っていた時代から脈々と受け継がれてきたものであり、「研究と創造に心を致し、常に時流に先んずべし」という豊田佐吉が残した伝統が現在も失われていないことの証左である。トヨタグループ主要各社のヒアリングからも「自社開発への拘り」がうかがわれ、ハイブリッド車、燃料電池車などの次世代自動車の開発も自社開発に拘っている。フォード社やダイムラー・クライスラー社がカナダの燃料電池開発・製造メーカーである巴拉ード・パワー・システムズ（以下「巴拉ード社」という。）から燃料電池スタックの供給を受けているのとは対照的である。

また好調な業績を背景にトヨタ自動車は研究開発費を増加させている。2001年度の連結研究開発費（4,799億円）は前年度比265億円の増加であったが、2002年度（5,925億円）には次世代自動車向けの研究開発等を活発化させており、1,126億円の大幅増となった。

とはいえ、次世代自動車の研究開発には膨大な時間、費用がかかることもまた事実であり、他分野企業や同業他社との連携も必要に応じて行っている。ハイブリッド車の開発ではバッテリーのノウハウを松下電池工業と連携することにより取り入れ、ガソリン改質型の燃料電池車の開発では米石油大手エクソン・モービル社、GM社と連携している。またいち早く開発した技術を他社に提供する事例も増えており、トヨタ自動車はハイブリッド技術を日産自動車に提供し、テレマティクス事業では富士重工業、三菱自動車に「G-BOOK」を供給するほか、豊田中央研究所と共同開発したバーチャル人体モデルも他社に技術を開放する方針である。この背景には、いち早く開発した技術を他社にも採用してもらうことによりデファクトスタンダードを確立したいという動機のほか、膨大な開発コストの回収を進めたいという動機があるからだと考えられる。

#### 技術開発に関する風土と中途採用の積極化

グループ主要企業へのヒアリングによると、最近の大学院志向により大学院卒の研究者が従前と比べ増加しているが、主要企業の研究者に占める博士号取得者の割合は小さく、「院卒かどうかはあまり意識していない。」という回答が多かった。研究者の新卒者採用については、確かに名古屋大学等の地元出身者も少なくないが、海外も含め日本全国から採



用しているおり、特に地元を重視して行っているわけではない。トヨタグループは、豊田佐吉以来脈々と受け継がれてきたトヨタグループの歴史や考え方を教育することを通じて技術開発に対する拘りを浸透させ、愚直に技術開発に取り組む土壌を醸成し、また創業者一族である豊田家を始め、トップの技術開発に対する強い拘りがそういう風土を維持するのに寄与しているといえる。ハイブリッド車の量産化を世界で初めて実現したのは、当然技術者の努力もあるが、トップの強い意思にあったと考えられる。

またヒアリングによると、特許報酬制度など所謂インセンティブ制度は設定しているが、報酬額を過大に設定しているわけではなく、「報償制度があるから、研究開発に意欲的に取り組むわけではない。」という回答が多かった。愚直に技術開発に取り組む風土に加えて、距離的な近接性や現地現物の精神に基づいた、極めて頻繁なグループ内の技術者の交流が技術開発の刺激となっている。全豊田技術会議や全豊田研究発表会、技術連絡会という公式の場だけでなく、日常的なレベルで交流がよく行われている。トヨタグループの技術者は新卒中心であるが、そういう風土が技術者の質の向上に貢献していると考えられる。

とはいうものの、技術開発スピードの加速、自動車に要求される技術の広がりに合わせて、最近では自社に見当たらない技術者を積極的に中途採用する動きがみられるのも事実である。新卒教育重点のイメージのあるトヨタグループ内でも中途採用比率が上昇している。ヒアリングした企業の多くが「中途採用は増加傾向にある。」と回答し、またトヨタ自動車系部品7社の中途採用比率が2003年には前年より6%上昇の25%に達したとの報道がなされている(2003年4月11日付日本経済新聞記事)。特に近年、自動車業界では電子制御化等の電子技術の応用やCAD・CAM等による電子設計技術の必要性が増していることから、ソフト開発技術者の採用が増加傾向にあることがわかった。

図表3-1 中途採用に関するヒアリング先のコメント

会社名	内容
A社	・必要な技術は日々変化しており、それに対応して中途採用を積極化。必要な技術は大学から持ってくればよいというわけではなく、設計段階から生産現場と一体となって開発する必要があるため、技術者を中途採用している。
B社	・近年中途採用が増加。CAD、CAMを扱える人が不足している。他社が技術者をリストラしたため、以前と比べ人材獲得が容易になった。 ・海外展開を急速に図っているため、海外要員用に採用を増加。
C社	・中途採用は増加傾向。新入社員の10%程度。同業者だけでなく、異業種からの採用も多い。社内で不足している技術オリエントで採用。
D社	・中途採用は増加傾向。同業他社のディーゼルエンジン技術者等を採用。
E社	・中途採用は電子技術やソフトウェア技術の必要性が増大したことに伴い増加傾向。中途採用は累計で100名程度。固有技術を持っている人を採用。将来技術については大学の研究者からも採用するが、数は非常に少ない。派遣会社からの技術者派遣も増加。

出所：各社ヒアリングにより日本政策投資銀行作成

### 生産現場との連携

自動車生産には、プレスの微妙な力の入れ具合やメンテナンスなど高度の生産技術力が必要であるため、ヒアリング先からの「生産現場との連携無しに研究開発は成功しない。」、「研究開発した製品が競争力を持つかどうかは生産現場の技術力にかかっている。」という回答にみられるように、研究開発は、生産現場と連携しながら行われている。開発の段階から生産現場と擦り合わせを行い、生産の観点から設計を進めることも行われているように、製品化のスピードを速めるため、現在では生産技術開発も製品開発と同時進行で進める「サイマルティニアスエンジニアリング」の動きもみられる。高い生産技術力が必要なため、上述のようにトヨタグループは生産技術の高度化に注力しているといえる。「大学から技術を導入すれば良い製品ができるというわけではなく、高い製品化技術が必要。」という回答もみられたように、トヨタグループは生産技術を非常に重視している。

図表 3 - 2 生産現場との連携に関するヒアリング先のコメント

会社名	内容
A社	・研究開発と生産技術開発を同時進行することを方針としている。研究開発した技術を製品化するには高度の生産技術が必要。生産現場に開発段階から入ってもらい連携している。
B社	・サイマルティニアスエンジニアリングを推進。開発段階から生産現場が参加し、生産技術の同時開発に努めている。
C社	・生産現場との検討を何回も重ねてから製品化。研究開発と同時に生産技術開発を行う必要がある。実際に製造してみても初めてわかる不具合もある。
D社	・開発、生産、生産技術の三位一体で開発。開発部門が設計した図面と生産技術部門が生産の観点から設計した図面を突き合わせて作り込んでいく。
E社	・生産現場と連携は必須。現場のラインがスルーで開発現場を見ており、生産現場のほうから自然に意見が出るようになっている。

出所：各社ヒアリングにより日本政策投資銀行作成

### グループ企業共同出資で設立された研究開発機関の活用

グループ10社の共同出資で1960年に愛知県名古屋市(1980年に愛知県長久手町に移転)に設立された豊田中央研究所が、トヨタグループの自動車開発における基礎研究分野を担当し、グループの総力を結集して将来技術の研究開発を進めている。自動車産業に必要な技術が機械技術だけでなく、化学やエレクトロニクス分野などに広がる中、排出ガス規制を乗り越えるための三元触媒の開発や、ITS分野の電子スキャンミリ波レーダー、ハイブリッド用パワーデバイス、燃料電池の開発、バーチャル人体モデル等の開発に当研究所が貢献している。また生産技術分野においても、豊田工機で商品化され、デンソーの社内使用向けに実用化された(現在は㈱デンソーウェーブで外販されている)組み立てロボットの開発にも貢献した。

研究分野は広がっているが、当研究所の研究開発は自発研究も含めて、あくまで自動車に関連する技術の研究開発に拘る方針である。豊田通商の要請により燃料給油時の静電気発火事故を防ぐための技術を応用してマイナスイオン発生器を開発したように、自動車関連以外の製品を開発することもないわけではないが、「自動車及びそのバリューチェーン」

を対象に研究開発を進めている。

当研究所の研究テーマは、グループ出資会社及びグループの技術協力契約会社からの受託研究と、将来の自動車技術を見据えた自発研究とで構成されている。トヨタグループの委託会社は、委託研究とはいえ、自社の技術者と連携して開発を進めさせることにより、技術の把握に努めていることが特色である。

基礎研究を中心に行っているとはいえ、トヨタグループのシーズの源泉が全て当研究所にあるというわけではない。当研究所からのヒアリングでは、「トヨタグループの研究開発はリニア型ではなく、リンク型であり、豊田中央研究所もグループ内で競争しながら開発を進めている。」という回答が得られた。

図表 3 - 3 豊田中央研究所の概要

代表取締役	豊田章一郎、加藤伸一、石川宣勝（所長）
設立	1960年
所在地	愛知県長久手町
株主会社	(株)豊田自動織機、トヨタ自動車(株)、愛知製鋼(株)、豊田工機(株)、トヨタ車体(株)、豊田通商(株)、アイシン精機(株)、(株)デンソー、豊田紡織(株)（計9社）
技術協力契約会社	関東自動車工業(株)、豊田合成(株) 他35社
従業員	915名（2002年3月）
研究分野	環境・エネルギー、機械・人間工学、情報通信・エレクトロニクス、材料・バイオテクノロジーの4分野

出所：(株)豊田中央研究所パンフレット、(株)アイアールシー「トヨタ自動車グループの実態 2002年版」、ヒアリング等により日本政策投資銀行作成

上記の4点に加えて、2-2で触れたように、承認図方式に代表される、開発段階からのサプライヤーとの連携も技術開発の大きな特徴であると考えられる。次項では連携について整理を試みる。

### 3-3 連携

#### グループ内の多層的な連携

ヒアリング先のコメントからわかるように、グループの一体感を背景にトヨタ自動車と主要グループサプライヤーは共同で製品開発を行うほか、技術トップ、技術者、生産現場等の各部門、各レベルで多層的な連携を行っている。こうしたフェイストゥフェイスの日常的な接触をベースに、サプライヤーの能力向上が図られ、サプライヤーの技術力を生かした、効率的な開発が行われているといえよう。

図表 3-4 グループ内の重層的な連携に関するヒアリング先のコメント

会社名	内容
A社	・トヨタ自動車とは初期段階から共同開発を行っている。車両段階の評価はトヨタ、部品段階での評価は当社と役割分担をしている。但し部品によっては車両段階まで開発を任されている。 ・技術トップが年に2、3回技術開発に関して協議する場を設定しているほか、現場レベルでも新製品展示会、懇談会を頻繁に行い、日常的な付き合いを行っている。
B社	・新車開発では、基礎技術の部門、製品部門、生産技術部門等各レベルで連携を図っており、日常的に意見交換を行っている。
C社	・新車開発は、当社の技術者がトヨタ自動車内部に出向いて共同で設計開発を行っている。
D社	・共同開発を行う製品もあるし、開発を当社に任せてもらっている製品もある。トヨタ自動車とはあらゆるレベルで連携している。例えば生産現場ではT P S研究会を共同でおこなっている。

出所：各社ヒアリングにより日本政策投資銀行作成

製品開発におけるトヨタ自動車とサプライヤーの連携の具体的態様に関しては、下記のように整理できると考えられる。

#### ・承認図方式<sup>22</sup>

承認図方式の発注の場合、サプライヤーが選定されると、そのサプライヤーは部品の詳細設計・開発活動（部品図作成、組立図作成、部品試作、実験等）を行い、それに対してトヨタ自動車は部品図を検討し、試作部品を実車に装着してテストし、要求性能を満たしているかどうかを確認したうえで、その設計図を承認する。トヨタ自動車は、承認図方式に切り替える際の社内公式規定を1990年代初めに設けているが、トヨタ自動車内の技術の空洞化を防ぐため、上記の形式で技術の把握に努めながら共同開発を行っている。

この場合の特徴は、図面の所有権（特許権含む）はサプライヤーにあり、その裏返しとしてサプライヤーが品質保証責任を負うことになる。こうした品質保証責任を負うことと引き換えに、サプライヤーは設計に対する自由裁量の余地を得ることができ、それにより高い製造性（作りやすさ）と低いコストを達成できるのである。

<sup>22</sup> 承認図方式と似て非なるものとして「委託図方式」があげられるが、同方式の場合、サプライヤーが詳細設計を担当するが、承認図方式と違って図面の所有権、品質保証責任はセットメーカーにある{藤本隆宏(1997)「生産システムの進化論」参照}。

また、1次サプライヤーへのヒアリングから、1次サプライヤーにおいても2次サプライヤーに対して承認図方式で発注することがあるという回答が得られ、共同開発の多層構造があることがうかがわれる。

#### ・開発コンペ方式

ある部品について複数サプライヤーの間から調達先を選定しようとする際、入札方式よりも開発コンペ方式の方がよくみられる。またサプライヤーはトヨタ自動車の開発要請を待たずに自ら開発提案を行うこともある。このことは、承認図方式が多くみられることと表裏一体の関係にあるといえよう。

#### ・無検査納入

無検査納入は、品質管理の体制が一定の基準を満たす部品については受入れ部品の全数検査や抜き取り検査は行わず、サプライヤー段階での自主検査までとすることを意味する。部品を事後的に検査するのではなく、サプライヤーの品質管理プロセスを事前にチェックするという考え方である。トヨタ自動車は、サプライヤーの品質管理を指導し、能力を向上させることを通じて、製品開発の効率化を図っているといえる。

#### ・サブアッセンブリー納入

サブアッセンブリー納入とは、一次サプライヤーが単体部品の代わりにそれらを組み付けた集成部品を納めることであり、トヨタ自動車は、サブアッセンブリー納入を利用することにより、コストの低減を図っている。

#### 連携の広がり

グループの結束力やグループ内での多層的な連携を背景に、技術開発が行われてきたといえるが、近年では連携の広がりもみられる。

#### ・グループ外からの調達

グローバル規模の競争が激しくなる中、トヨタ自動車は世界最適調達の方針を示しており、取引関係、国内外を問わず、品質、技術、コスト、納期などの条件を満たすサプライヤーからの調達を促進している。その一環として1993年に日英文併記の「サプライヤーズ・ガイド」を作成し、その中で「オープン・ドア・ポリシー」を掲げ、グループ外のサプライヤーからのグループ参入を促すほか、1998年に本社敷地内に「サプライヤーズセンター」を開設して部品メーカーがトヨタ自動車に提案する場を整備した。アイシン精機は専門チームを選出し取引先の指導に努める一方、逆輸入品の調達拡大の方針も示している。グループ内外を問わず激しい競争を促すことにより愛知県内のサプライヤーの競争力向上を促

している。

・大学との連携

自動車産業に必要な技術が広がる中、全てのシーズをグループ内で開発することは難しくなっており、大学との連携を活用する動きもみられている。従前は研究者の属人的な繋がりに共同研究に発展する機会が多かったが、近年は意識的にネットワークを広げる傾向がみられている。地元の名古屋大学、名古屋工業大学だけでなく、東京大学や東北大学などの国内の大学や世界中の大学と共同研究の動きがみられている。例えば、豊田中央研究所は、2002年10月に東北大学の多元物質科学研究所と包括提携し、材料分野を中心に共同研究に乗り出している。但し、現在のところでは共同研究の対象は、将来分野のシーズや、理論の裏付けが必要な電子制御分野等が多く、大学との連携はあくまで補完的な手段にとどまっている。ヒアリング先からは「シーズの広がりに合わせて、大学との連携を模索しているが、大学と目線を合わせるの難しい。」という回答もみられたように、製品化を前提とした、大学との共同開発は難しいことがうかがわれた。

図表3-5 大学との共同研究に関するヒアリング先のコメント

会社名	内容
A社	・コア技術を全て自社及び自社グループだけで開発できるとは思っていません。補完するものとして大学との連携を活用。大規模システムやモジュール化、スピードを要するもの、将来技術等で連携。連携先は名古屋大学、名古屋工業大学、東京大学等。海外の大学とも行っている。年間約70テーマで共同研究。
B社	・年間約30テーマで大学と共同研究。グループ内で得られない技術が中心。また理論が必要なものは大学から教えてもらっている。
C社	・大学には人材を派遣して共同研究を行っている。共同研究の契機は偶然学会で意気投合してという場合が多い。名古屋大学、名古屋工業大学等と行っている。
D社	・大学との共同研究は増える方向にあるが、補足的。東北大学、名古屋大学、名古屋工業大学等と連携。年間約10テーマで共同研究。
E社	・大学との連携は将来技術の開発。グループ内の繋がりや技術者の出身大学等の繋がりが大学との共同開発との契機となる。但し非常に狭い分野。

出所：各社ヒアリングにより日本政策投資銀行作成

第2章、第3章3-1~3-3で述べたように、トヨタグループは、豊田佐吉以来の技術の自社開発に拘る風土、グループの一体感や距離的近接性からくる頻繁な情報交換等をベースに、開発段階からサプライヤー、生産現場と連携を行うことに加え、基礎研究に基づく先端技術開発についてはグループ共同出資の研究所を活用することにより、技術革新を進めてきた。一方、他グループの系列解体の動きや自動車に必要とされるシーズの広がりに合わせて、中途採用の増加、世界最適調達、大学との連携の増加などグループ外に連携が広がりつつあるものの、これまで述べてきた擦り合わせ型のモデルが維持されていると考えられる。

### 3-4 ケーススタディ

当項では、グループの総力を結集して成功した技術革新の事例として、トヨタ自動車の燃料電池車開発を、グループ内で成功しているサプライヤーの事例として、デンソーをケーススタディとして取り上げたい。

#### トヨタ自動車の燃料電池車開発

トヨタ自動車は、以前から燃料電池の基礎研究に着手していた豊田中央研究所と共同で、1992年に燃料電池の開発に着手した。燃料電池で使う水素の供給方法は、水素吸蔵合金型、直接水素型、メタノール改質型、ガソリン改質型など様々なものがあり、現時点ではどの方式が主流になるかわからない状況にある。そういう状況の中、トヨタ自動車は、上述の全ての方式について研究開発を進め、2002年12月に、本田技研工業と同時期ではあったが、直接水素型燃料電池車のリース販売を開始し、世界で初めて燃料電池車の実用化に成功した。トヨタ自動車は、自社が実用化した燃料電池車をFCHV<sup>23</sup>（燃料電池ハイブリッド車）と呼んでいるが、1997年に世界で初めて発売したハイブリッド車開発の経験が燃料電池車の開発に役立った。ハイブリッド車の動力源はガソリンエンジンと電気モーターの組合せだが、トヨタ自動車が開発したFCHVの動力源は燃料電池と電気モーターの組合せであり、ハイブリッド車の構造が応用された。

世界初の実用化の背景には、ハイブリッド車の経験に加え、豊田中央研究所が基礎研究を進めていたこと、コア技術の自社開発に拘り、地理的に近接しているグループの総力を結集したことにあると考えられる。

豊田中央研究所はトヨタ自動車の開発開始前から燃料電池の基礎研究を進めており、同研究所の蓄積がトヨタ自動車の燃料電池開発の開始時に貢献した。またトヨタ自動車はコア技術の自社開発に拘り、燃料電池スタックの開発を自社で進めたほか、電子制御用のICも自社開発で進めた。加えて、1998年にはオールトヨタFC<sup>24</sup>開発プロジェクトを発足させてグループで研究する体制を整え、2002年には従来別々に分かれていた燃料電池に関する企画部門、開発部門、生産技術部門を一つにまとめて、約450人を擁するFC開発センターを設立し、グループサプライヤーから開発者を受け入れながら、グループの総力を結集して開発に取り組んでいる。ダイムラー・クライスラー社やフォード社がバラード社と手を組み、燃料電池スタックはバラード社、電子制御装置はエコスター社（フォード社が筆頭株主）、駆動部全体はエクセルシス社（ダイムラー・クライスラー社が筆頭株主）と、開発を分業して行っているのとは対照的である。結局この3社連合は、今のところ、各社の思惑の違いと地理的分散のために開発が思うように進まなかったと言われている。

<sup>23</sup> Fuel Cell Hybrid Vehicle

<sup>24</sup> Fuel Cell。燃料電池のこと。

## デンソー

我が国最大、世界第4位の自動車部品メーカーであるデンソーは、トヨタ自動車の電装部品部門が分離独立する形で、1949年に愛知県刈谷市にて創業した。当社は、創業4年で当時最先端の技術を保持していた独口パートボッシュ社と技術提携することで技術開発に弾みがつき、電装品を中心に製品開発を進めた。当社は1962年に、アイドリング時のカーエアコンのON-OFFを制御する半導体製品の開発に成功して以来、半導体を使った製品の開発を進め、1968年にはIC研究室を設立し、当時、IC生産の基本特許を保有していた米テキサス・インスツルメント社などと技術提携して本格的に開発に乗り出した。こうして蓄積された電子関連技術が、排出ガス規制の克服や省エネのための電子制御式ガソリン噴射装置(EFI)の導入、カーエレクトロニクス化、カーナビゲーションなどのITSの進展に貢献した。最近では、2005年に導入される欧州の厳しい排出ガス規制をクリアする電子制御式燃料噴射装置コモンレールを世界で初めて開発し、売上を伸ばしている。またいち早くカーエアコンの製品開発に取り組んだ当社は、モータリゼーションの進展に伴い社内冷暖房の需要が伸びたことから、カーエアコンの開発を進め、現在では世界第1位のシェアを獲得している。最近では、二酸化炭素を冷媒に使用し、フロンを全く使わないカーエアコンを世界で初めて開発し、トヨタ自動車が市販化した燃料電池車に搭載されている。

こうした高付加価値製品を生み出す背景には、売上高の約10%を研究開発費に投じ、自社で基礎研究所を設立するなど研究開発に積極的であることに加え、好調を持続するトヨタ自動車やサプライヤーとの強い連携、開発製品を高品質に仕上げる生産現場の高い技術力等にあるといえよう。トヨタ自動車とは新車の企画段階から共同開発し、技術者を派遣するほか、サプライヤーとも設計・開発段階から連携することも多く、距離が近いことのメリット生かして日々顔を付き合わせながらコミュニケーションを重ねて製品開発を行っている。また豊田中央研究所や当社主導で設立された自動車部品総合研究所などの研究機関とも連携し、さらにグループ内で不足する技術については国内に限らず海外の大学とも共同研究を進めることにより、研究開発力の強化に努めている。

また当社は職人技を持つ技能者を多数擁し、OJT、技能検定・協議会の実施のほか、技術研修センター設置、デンソー工業技術短期大学校設立などを通じて高い生産技術を持つ技能者の養成や技能の伝承に力を入れており、その結果技能五輪メダリストを多数輩出している。高い生産技術力を持つ生産現場と開発段階から連携することにより高品質の製品づくりを実現している。

加えてトヨタ生産方式の導入や自社製造工作ロボットの活用により効率的な生産を実現しており、最近では三次元CADを使った設計やパソコン上での性能試験を導入することにより開発期間・コストの短縮を行っているほか、部品の共通化など更なるコスト削減の取り組みを進めている。

むろん、グループ内での頻繁な連携や激しい競争、豊田佐吉以来の愚直に技術開発に拘る風土が技術革新を促進することに寄与していることは言うまでもない。



### 3-5 自動車以外の分野への進出とベンチャー

トヨタグループ各社は自動車技術の応用分野や自動車産業の周辺分野を中心に自動車以外の分野にも事業を拡大している。しかし自動車ほどの成功を収めているわけではなく、撤退を決めてしまったものもある。「他分野への進出は、販売のノウハウがないため、その分野の企業と提携して進出している。」という回答がヒアリング先から聞かれ、自動車以外の分野への進出の難しさがうかがわれる。

社内ベンチャーに関しては、トヨタ自動車は1996年に500億円規模の起業家支援制度を設定し、新しい事業の立上げを試み、現在までに5つのベンチャー企業が設立されているが、主要グループサプライヤーではほとんど見当たらない。「社内ベンチャーは全くない。」、「社内ベンチャーを公募したことがあるが、販売のノウハウがないので全てうまくいかなかった。」、「スピニアウトもほとんどない。」という回答がヒアリング先から聞かれ、トヨタグループ内では新事業立上げのための合弁企業設立やグループ内集約化のための新会社設立は見られるものの、グループ内から派生する形で創業する企業の数が少ないことがうかがわれる。また基礎研究を担当する豊田中央研究所においても、当研究所が開発した技術を応用して創業するというスピニアウトベンチャーも全くみられない。

図表3-6 トヨタグループの自動車以外の分野への進出

会社名	事業内容
トヨタ自動車(株)	住宅、金融、エアロ、マリン、バイオ、エネルギー、環境、生活・シニア、材料、エンジニアリング他
(株)デンソー	冷凍・空調分野（灯油エアコン、基地局クーラー等）、生活関連分野（CO2給湯機、自動水栓等）、自動認識関連分野（バーコードハンディスキャナ、非接触ICカード等）、FA分野（ロボット等）他
アイシン精機(株)	住生活関連分野（ベッド、家庭用ミシン等）、エネルギー関連商品（ガスヒートポンプエアコン等）、福祉関連商品（介護ベッド等）他
(株)豊田自動織機	半導体パッケージ基盤、液晶ディスプレイ他

出所：各社パンフレット等により日本政策投資銀行作成

図表3-7 トヨタ自動車の社内ベンチャー企業一覧

会社名	事業内容	設立年	トヨタ自動車(株)出資比率	資本金(億円)	従業員数(人)
(株)カーテックフジ	ブレーキ認証試験請負、車検・車両整備	1996	33.1	0.2	39
(株)テラ・コーポレーション	リジェネバーナーの開発・製造・販売	1996	85.0	1.0	10
(株)クレストホームズ	木造2×4（ツーバイフォー）工法の輸入住宅販売	1996	98.0	4.0	8
(株)バイク・ラボ	自転車研究・開発	2001	13.3	0.15	1
(株)メディア・クリック	マスメディア連動のオンデマンド音楽生活情報サービス事業	2001	40.0	1.0	3

注) 2002年3月現在

出所：トヨタ自動車(株)「トヨタの概況 2003」

### 3-6 シリコンバレーモデルとの比較

シリコンバレーと愛知県自動車産業クラスターは、ともに成功したクラスターモデルの代表例であると言えるが、両モデルの中身は非常に異なっている。

シリコンバレーでは、オープンなネットワーク、起業に積極的な風土、高い人材の流動性を背景に、地域の大学や研究機関等による技術・人材の供給、ストック・オプション等のインセンティブ制度の導入、ベンチャー・キャピタルや弁護士などのビジネスインフラの整備が起業を促進しており、多くの技術開発型ベンチャー企業、スピンオフベンチャー企業の集積が地域の競争力強化に貢献している。

一方、愛知県自動車産業クラスターは、近年では外部とのネットワークが徐々に広がりつつあるものの、基本的にはグループの一体感・頻繁な情報交換や豊田佐吉以来の愚直に技術開発に拘る風土を背景に、グループ内での「協調」と「競争」、生産現場との頻繁な連携が技術革新を促進し、既存企業における技術革新が地域の競争力強化に貢献している。地理的に東京、大阪から離れた環境の中で、頻繁な擦り合わせを行いながら技術開発を行い、安定的に成長してきたため、結果的には起業に積極的な風土が生まれず、起業に有利なビジネスインフラの形成が進まなかったと考えられる。

こうした両モデルの違いを生む大きな要因として、両モデルが扱う製品特性の違いが考えられる。シリコンバレーにおいて開発されたのは、ソフトウェアやハイテク製品のような、オープン・モジュラー型の、従来の市場に存在しなかった新しい製品が中心である。これに対して、トヨタグループが開発に取り組む自動車は、擦り合わせ型の製品であり、人間の移動要求に基づいて世界中で需要が伸びている巨大な市場が存在することに加え、四輪駆動で「走る、曲がる、止まる」という基本的な製品の形や性能は変化しないものの、環境・安全・ITS分野における技術開発にみられるように、時代の変化に伴い、資源や規制による制約や快適性の要求により常に高度化が求められ続ける。

そうであれば、自動車以外の分野に開発資源を配分するよりは、自動車分野に開発を集中したほうがよいとの経営戦略は、十分に合理性を備えており、かかる戦略を進める上で愛知県自動車産業クラスターはシリコンバレーモデルとは対極をなす、地域の競争力強化に貢献しているもう一つのモデルであるといえよう。

### 3 - 7 愛知県自動車産業クラスターの発展可能性

愛知県自動車産業クラスターは、今のところ、業績が好調なトヨタグループの集積により競争力を維持しているといえる。今後も愛知県自動車産業クラスターが競争力を維持・強化していくには、あくまで自動車産業を軸とした産業高度化を図っていくことが重要であり、その産業高度化の戦略の一つに燃料電池車に対する取り組みが考えられる。

トヨタグループも含め自動車業界では、環境負荷低減・省エネルギー等の観点から、次世代自動車として有力視されている燃料電池車の開発が進められており、燃料電池車の潜在的な需要は大きいものと考えられている。しかしながら、現実には、トヨタ自動車は世界で初めて燃料電池車の実用化を実現したものの、量産化ベースに移行するには、燃料電池関連の技術が未成熟であること、水素供給インフラの整備やコスト低減が進んでいないこと等の課題が山積しており、その普及にはなお時間がかかると考えられている。

燃料電池車の普及に向けた障害が大きいだけに、技術革新によりいち早く燃料電池車を量産化ベースに移行し、デファクトスタンダードを確立することができれば、愛知県自動車産業クラスターは更なる発展を遂げることができ、クラスターの高度化につながる戦略の一つとして重要であると考えられる<sup>25</sup>。

以 上

<sup>25</sup> なお、参考までに補論では、燃料電池の概要及び、地域衰退に対する危機感を背景に、既存の自動車産業の集積を活かして燃料電池クラスターの形成を目指す米国ミシガン州の事例をとりあげた。

## 補論 燃料電池とミシガン州の例

現在開発されている燃料電池車の登場は、既存の自動車産業の構図を塗り替える革新的なものとなる可能性があり、また燃料電池は自動車以外の用途にも使え、2020年頃には関連産業まで含めると燃料電池の市場規模が日本国内で累積100兆円に達するとも言われている<sup>26</sup>。

本稿では、燃料電池の概要について整理を行い、日本政策投資銀行ニューヨーク事務所がまとめた「次世代エネルギー産業クラスター」(2002年12月)レポートに基づき、米国ミシガン州の次世代エネルギー産業クラスター形成に向けた取組みを紹介したい。

### 補 - 1 燃料電池

#### 燃料電池の概要

燃料電池は、水の電気分解の逆の原理で、水素と空気中の酸素を化学反応させて、その際に出るエネルギーを利用して電気を発生させるものである。排出物はほぼ水だけであり、大気汚染の原因となるNOx(窒素酸化物)、SOx(硫黄酸化物)、PM(粒子状物質)の排出量がゼロまたは極微量のクリーンエネルギーとして活用が期待されている。用途は自動車用だけでなく、携帯電話やパソコンなどの携帯用電源、事業所や家庭における定置型の電源としてもその用途は広がりつつあり、一部は既に実用化されている。現在開発が進められている燃料電池の種類は複数あるが、それぞれ特徴があり、用途によって使い分けられている(図表補-1)。

自動車用の燃料電池は、ガソリン、軽油等を燃料とする従来の内燃機関等(15~20%)に比べてエネルギー効率がよく(現時点で30%以上)、静粛性に優れる他、大気汚染の原因となるNOx(窒素酸化物)、SOx(硫黄酸化物)、PM(粒子状物質)の排出量が少なく、また水素を直接供給する方式の場合、地球温暖化の原因であるCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)をほとんど排出しない等のメリットがある<sup>27</sup>。

定置用の燃料電池は、主に分散型電源として期待されている。現在主流のマイクロガスタービン発電機(25%程度)と比べ、現時点においても発電効率が35%程度と高く、需要地近接で発電することから排熱利用によるコージェネレーションの効果も期待でき、合計でエネルギー効率70%以上を達成できると見込まれ、省エネルギー効果も大きい。また送電ロスが極めて小さく、災害時のバックアップ電源にもなる等のメリットもある。

<sup>26</sup> 副大臣会議 燃料電池プロジェクトチーム「燃料電池プロジェクトチーム報告書」参照。副大臣会議は経済産業省2副大臣、国土交通省2副大臣、環境省1副大臣の5大臣で構成。

<sup>27</sup> 但し、水素をガソリン等の炭化水素系燃料から取り出すとすれば、その過程においてCO<sub>2</sub>が排出されることになるが、水素生成技術の改良によって、大気中への排出量を減らすことが可能になると考えられる。{本間琢也(2003)「水素社会への期待と課題」(原子力eye2003年1月号)参照}

図表補 - 1 燃料電池の種類

	固体高分子形	溶融炭酸塩形	固体酸化物形	リン酸形(PAFC)
電解質	高分子膜	炭酸塩	セラミックス	リン酸
作業温度	約80度	約650度	約1000度	約200度
発電効率	36～45%	45～60%	50～60%	36～45%
触媒	白金	不要	不要	白金
用途	自動車用、家庭用、携帯用	大規模電源	中規模電源、コージェネレーション	小型分散電源
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低温作動が可能</li> <li>・短い起動時間</li> <li>・小型、軽量化が可能</li> <li>・高出力密度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・複合発電が可能</li> <li>・排熱を蒸気、給湯、冷暖房に利用可能</li> <li>・燃料の内部改質が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・複合発電が可能</li> <li>・排熱を蒸気、給湯、冷暖房に利用可能</li> <li>・燃料の内部改質が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・比較的低温作動</li> <li>・排熱を給湯、冷暖房に利用可能</li> </ul>
現状	<ul style="list-style-type: none"> <li>・応用範囲が広く、小型化が可能のため研究開発が活発化。</li> <li>・実用化・量産の面で、現在、最も期待が集まっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工場用のコージェネレーションシステムとして期待。</li> <li>・我が国では2003年に実用化開始。</li> <li>・高温のため耐久性に課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業温度が高く、耐久性に課題</li> <li>・現在600度程度の低温作業の機種も開発中。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・我が国で最も早く普及したが、エネルギー効率に課題</li> </ul>

出所：各種資料により日本政策投資銀行作成

#### 我が国の燃料電池開発の経緯

我が国での燃料電池開発は、政府が策定した「サンシャイン計画<sup>28</sup>」にて1974年から固体酸化物形燃料電池の開発が開始されたことに遡る。その後「ムーンライト計画<sup>29</sup>」にてリン酸形燃料電池の開発が開始され、それぞれ1993年から開始された「ニューサンシャイン計画」に引き継がれている。ニューサンシャイン計画では運輸・民生用の固体高分子形燃料電池の開発が開始された。一方でトヨタ自動車を始めとする我が国自動車メーカーにおいても1992年から燃料電池開発が開始され、1990年代半ばには試作車を製作するまでになった。

固体高分子形燃料電池開発を更に加速化させたのは、ダイムラークライスラー社が1998年に世界で初めて燃料電池自動車の2004年実用化を発表したことが契機となっている。2000年の「ミレニアム・プロジェクト<sup>30</sup>」の一つに固体高分子形燃料電池に関するプロジェクトが採択され、経済産業省主導の「燃料電池実用化戦略研究会」が2001年1月に、副大臣会議「燃料電池プロジェクトチーム」が2002年5月に、燃料電池の開発・普及に向けた報告書を発表し、2000年前後から我が国政府の動きは本格化している。燃料電池関連の国の予算も増加しており、2003年度は2001年度の3倍弱の307億円（2001年度110億円）が投じられ、インフラ整備も含めた研究や実証実験が行われる予定である。また民間企業の動きとしては、2001年3月に「燃料電池実用化推進協議会」が2003年7月末現在140

<sup>28</sup> 1974年から開始された、新エネルギー技術の研究開発に関する政府策定計画

<sup>29</sup> 1978年から開始された、省エネルギー技術の研究開発に関する政府策定計画

<sup>30</sup> 2000年の新たなミレニアムに因み、人類の直面する課題に応え、新しい産業を生み出す大胆な技術革新に取り組むため、情報化、高齢化、環境の三つの分野において、プロジェクトを採択し、産学官一体となって未来を切り拓く核を作り上げるもの。

社・団体（個人2名含む）参加}が組織され、燃料電池実用化に向けた具体的課題等が検討されているほか、2002年12月にトヨタ自動車、本田技研工業が世界で初めて燃料電池車をリース方式で発売するなど、政府の動き同様本格化している。

一方、地域レベルでは、北海道で燃料電池関連産業の集積を図ることが構想されている。北海道は、その地域特性<sup>31</sup>に基づき、燃料電池の先導的モデル地域とされており、燃料電池活用型社会に向けた構想の形成、普及啓発のための公開型実証実験や公共分野での先行的導入などの取り組みが検討されている。

#### 燃料電池の可能性

「燃料電池実用化戦略研究会」では、燃料電池車について2010年までに累積5万台、2020年までに累積5百万台、定置用燃料電池については、2010年までに累積約2.1百万kW、2020年までに累積約10百万kWの導入が目標とされている。また燃料電池は、素材関連も含めて関連産業の裾野が広く、自動車産業、電機業界だけでなく、金属、化学、エネルギー関連など幅広い産業に波及効果をもたらすとみられている。マーケット規模は関連産業も含めると累積100兆円に達するという見方もある。

但し、課題が多いのも事実である。自動車用燃料電池の場合、更なる効率向上、水素供給インフラの未整備、水素貯蔵技術の向上、低温下での排出水の凍結問題、高価格・高コスト、触媒に使う金属の量的制約等の課題が挙げられている。また、水素製造技術の未確立も大きな課題である。水素を取り出す燃料としてガソリン、メタノール、天然ガス等の炭化水素系燃料や再生可能エネルギー、原子力等が考えられているが、技術開発の難しさ、供給インフラの整備状況との関係、CO<sub>2</sub>排出量との関係を考慮するとどの燃料が最適であるか選択が難しい状況である。燃料電池には大きな期待が寄せられているが、その実用化に向けた課題は多く、本格的な実用化には時間がかかるとされる。

#### 補 - 2 ミシガン州の例

##### 地域衰退に対する危機感

ミシガン州は、米国中西部に位置し、人口は993万8千人（2000年国勢調査）、面積は日本の約40%に相当する。州最大の都市デトロイト（人口95万2千人、同調査）周辺は、GM社、フォード社、デルファイ・オートモーティブ・システムズ社（GM社から分離）、ピステオン・オートモーティブ・システムズ社（フォード社から分離）など多くの自動車

<sup>31</sup> 北海道は、天然ガス、バイオマスなど、水素エネルギー資源に恵まれていることに加え、積雪寒冷な地域特性から家庭での熱需要が欧米諸国と同程度に大きく、発電の過程で発生する熱の利用が期待できること、北海道大学においても燃料電池関連の革新的な研究に取り組んでいることから、燃料電池の活用において高い適用可能性を有している。また、家庭の冬期暖房など化石燃料への依存が高く、燃料電池活用による二酸化炭素の削減効果が期待される（副大臣会議「燃料電池プロジェクトチーム（2002）「燃料電池プロジェクトチーム報告書～日本発プロジェクトX「地域再生のためのエンジンを開発せよ」～」参照）。

関連メーカーの拠点であり、世界の自動車産業の集積地として知られてきた。しかし 1960 年代以降、製造拠点の米国南部や中南米への移転、産業構造転換や国際競争の影響を受け、さらに近年では IT などのニューエコノミーブームに乗り遅れ、西海岸、東海岸地区に比べて平均所得等の面で経済格差が開きつつある。さらに主力産業である自動車産業では燃料電池車の研究開発競争が行われており、乗り遅れば更なる地域の衰退に繋がる可能性がある。こうした地域衰退に対する危機感を背景に、ミシガン州政府において約 10 年の歳月をかけて燃料電池を中心とする次世代エネルギー（自動車用などの燃料電池が中心となるが、それ以外の新エネルギーについても政策の対象に含まれる。）に関する産業政策が検討され、2002 年 4 月にミシガン州エルガー知事は、燃料電池等の新エネルギー開発を州内で積極的に支援し、同州を新エネルギー分野における「世界のリーダー」に育てようとする試みである次世代エネルギークラスターイニシアティブ（NEXT ENERGY INITIATIVE）という政策を打ち出した。

ミシガン州がこの政策を打ち出した背景には、連邦政府の研究施設が分散しており、燃料電池を専門に研究する連邦政府の研究所がないことが背景にある。米国では、アポロ計画、スペースシャトル計画など宇宙開発分野で燃料電池が使用されてきた歴史はあるが、自動車用途への利用を対象とした本格的な研究開発が始まったのは 1990 年代に入ってからである。次世代自動車技術開発政策である PNGV<sup>32</sup>を打ち出したクリントン政権以降、連邦政府による燃料電池車開発推進政策が遂行されているが、燃料電池に関する連邦政府の研究は、米国エネルギー省傘下のロスアラモス国立研究所（ニューメキシコ州）、アルゴンヌ国立研究所（イリノイ州）、国立再生可能エネルギー研究所（コロラド州）等の国立研究所や大学で分散して実施されてきており、燃料電池を専門に研究する連邦政府の研究所はない。こうした状況下、ミシガン州は、教育・研究体制の整備から企業育成・誘致までを一貫して行う包括的な産業政策を実施することによって、この分野で世界トップの地位を築こうとしているのである。

#### 次世代エネルギーイニシアティブ（NEXT ENERGY INITIATIVE）の概要

この政策の主要な目的は、ミシガン州を次世代エネルギー教育、研究開発及び製造における世界の拠点とする、ミシガン州を燃料電池制御などに必要となる電気工学などの学問における世界の拠点とする、米国の輸入石油依存度を下げることにも貢献する、米国のエネルギー効率の改善と環境対策に貢献する、の 4 つで構成されている。

また、政策の進め方の特徴としては、州政府がイニシアティブをとりつつ、国立研究所の誘致など連邦政府（エネルギー省、国防総省、商務省、運輸省及び環境庁など）からの協力を最大限引き出そうとしていること、州内の大学及びコミュニティカレッジなど

<sup>32</sup> Partnership for a New Generation of Vehicles の略。商務省主導の下でエネルギー省、環境保護庁、運輸省、国立科学財団等の 7 省庁と、GM 社、フォード社、ダイムラークライスラー社、及び部品会社等に大学や国立研究所が参加して実施されてきた。米国内の自動車産業の国際競争力向上と先進技術を量産自動車に適用できるようにすることが目的。

と連携し、教育・研究にも力点を置いていること、 地元拠点に置く米国三大自動車メーカー（GM社、フォード社、ダイムラー・クライスラー社）及び自動車部品メーカーとの連携を行うものであること、などがあげられる。

この政策の遂行は、次世代エネルギーセンター（THE NEXT ENERGY CENTER）の創設が核となっている。この機関はミシガン州経済開発公社を中心とする公的機関によって設立され、デトロイト市内ウエイン州立大学のリサーチパーク内に建設されており（第一期施設について2002年12月着工、総事業費50百万ドル）、図表補-2のような役割を担うことになっている。また当センターを核として、同大学リサーチパーク（75エーカー、約30ヘクタール）を「次世代エネルギーゾーン（NEXT ENERGY ZONE）」として指定し、関連企業、研究施設を集めてクラスターを形成する計画である。このリサーチパークは、州内11ヶ所のスマートゾーン（Smart Zone）の一つであり、その中にはビジネスインキュベーターが整備され、ベンチャー育成などの支援施策が実施されてほか、税制上の優遇措置が受けられるルネサンスゾーン（Renaissance Zone）に指定されている。また、州外からもエネルギー関連技術を持つ企業の誘致を進めるため、次世代エネルギーゾーンに立地するかどうかに関わらず、エネルギー関連の中小企業に対する中小企業税の免除、エネルギー関連の研究開発・製造を行う企業に対する固定資産税の減免、ミシガン州エネルギー開発ファンド（Michigan Next Energy Development Fund）組成によるエネルギー関連ベンチャー企業への投資、等の財政支援策が検討されている。

図表補 - 2 次世代エネルギーセンターの役割

<p>&lt; 研究開発の推進 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共同試験研究設備の運営</li> <li>・ 企業に対する技術指導等の実施</li> <li>・ 国立研究所に対するスペースの提供（誘致が成功した場合）</li> <li>・ インキュベーターとしてエネルギー関連技術を持つスタートアップ企業にスペースを提供</li> <li>・ 産学連携による研究開発や新技術の商業化のための資金支援</li> <li>・ 大学や企業が連邦政府の研究費を獲得するための支援、州政府のマッチングファンド運営</li> </ul>
<p>&lt; 教育体制の整備 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 教育プログラムの開発（電気工学、燃料電池及びその他新エネルギー関連分野について、大学、大学院、コミュニティ・カレッジでの教育プログラムを開発する。）</li> <li>・ 奨学金制度の運営（新エネルギー関連分野へ入学する学生を支援する奨学金制度）</li> <li>・ 大学等卒業生の就職支援、インターン支援</li> <li>教授・研究者招聘のためのファンド運営（新エネルギー関連分野での優秀な教授・研究者を呼ぶためのファンドを運営</li> <li>・ 企業等の従業員教育、訓練に対するテクニカルアシスタンスの実施</li> </ul>
<p>&lt; 情報・人材交流の促進等 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 燃料電池やエネルギーに関連する国際会議の開催</li> <li>・ 世界の関連プロジェクト、関連企業などの情報交流の場を提供</li> <li>・ 民間企業の事業化を支援するため、マーケティング調査等をサポート</li> <li>・ 次世代エネルギーゾーンに関する開発計画の管理</li> </ul>

出所：日本政策投資銀行ニューヨーク事務所レポートにより作成

またミシガン州政府は、現在全米に分散した既存の各研究所で行われている燃料電池、新エネルギー等の研究を統合して、燃料電池等の研究を専門に行う国立研究所の設立を連

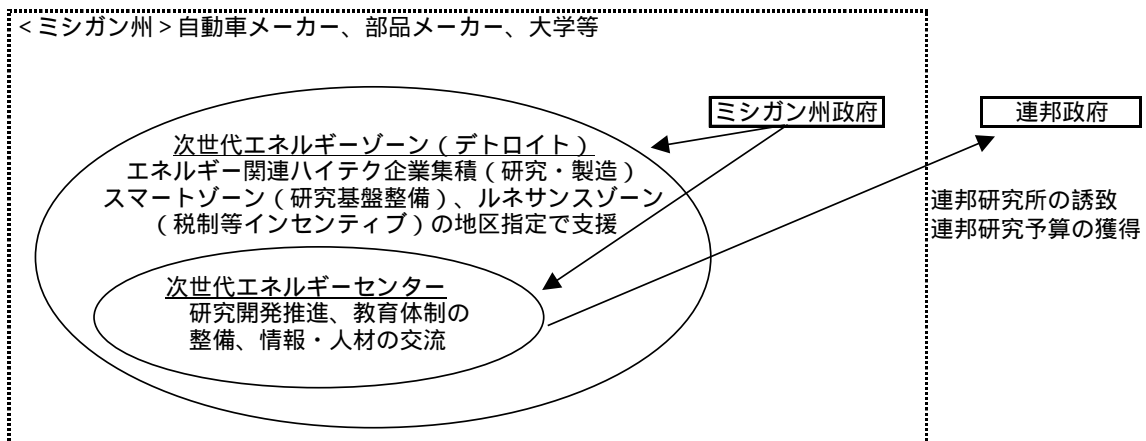


邦政府に働きかけ、ミシガン州の次世代エネルギーセンターの中核にしようとしている。ミシガン州の描く構想では、この国立研究所に、燃料電池等に関する規格統一や認証に関する業務、共同利用実験設備の保有・貸与、産学連携研究への研究費支給、代替エネルギーに関する情報・人的交流の促進、次世代エネルギーに関する各種会議の開催、大学などでの教育プログラムの開発、企業・研究所などへの技術指導の実施などの機能を持たせ、ミシガン州が燃料電池開発に関する主導権を握ることを目的としている。

また供給サイドだけでなく、当初は高価にならざるを得ない燃料電池の普及を図るためには需要サイドの対策も必要であるとの考えから、新エネルギー関連製品にかかる消費税等の免除、燃料電池等を動力としたバスや公共車両の購入、公共施設における電源装置としての定置用燃料電池の設置、等の措置が検討されている。

この政策の主要な内容は上記の通りだが、この政策を推進するにあたってはミシガン州経済開発公社（Michigan Economic Leadership Council）がその中心となっている。同公社は、次世代エネルギーセンターの立上げ、連邦政府研究所の提案、誘致活動、アドバイザー組織の創設、等の政策推進事務局としての役割を果たすことが期待されている。また、官民双方の立場から、大所高所にたった長期的な政策提言を行うものとして、産業界、大学、政府部門のリーダーからなるアドバイザー組織（Next Energy Leadership Council）を設置することが検討されている。

図表補 - 3



出所：NEXT ENERGY等により日本政策投資銀行ニューヨーク事務所作成

以上

## 参考文献一覧

- (株)アイアールシー (2002) 「トヨタ自動車グループの実態」
- (株)アイアールシー (2003) 「アイシングループの実態調査 2003 年版 - 機能部品 R&D - 」
- (株)アイアールシー (2003) 「自動車産業における部品モジュール化の現況と今後の展開 2003 年版」  
愛知県「平成 13 年 あいちの工業」
- 青木昌彦、安藤晴彦 (2001) 「モジュール化」 東洋経済新報社
- 大野耐一 (1978) 「トヨタ生産方式 - 脱規模の経営をめざして - 」 ダイヤモンド社
- 梶原一明 (2002) 「トヨタウェイ 進化する最強の経営術」 ビジネス社
- 片山修 (1998) 「トヨタの方式」 (株)小学館
- 週刊ダイヤモンド編集部 (2001) 「「トヨタ経営」ひとり勝ちの法則」
- 伊達隆宏 (2002) 「電力会社を脅かす燃料電池の未来」 エコノミスト 2002 年 10 月 15 日号
- チョン・ムーン・リー、ウィリアム・F・ミラー、マルガリート・ゴン・ハンコック、ヘンリー・S・ローエン (2001) 「シリコンバレー なぜ変わり続けるのか (上下)」 日本経済新聞社
- 塚本潔 (2002) 「最強トヨタの DNA 革命」 (株)講談社
- 土屋勉男、大鹿隆 (2002) 「最新・日本自動車産業の実力 - なぜ自動車だけが強いのか - 」 ダイヤモンド社
- (株)デンソー「デンソー50 年史」
- トヨタ自動車(株)「トヨタ自動車 30 年史」
- トヨタ自動車(株)「トヨタの概況 2003」
- (株)豊田中央研究所「研究と創造 (株)豊田中央研究所 40 年史」
- 中沢孝夫、赤池学 (2000) 「トヨタを知るとのこと」 (株)講談社
- 日経ビジネス (2002) 「トヨタはどこまで強いのか」 日経 BP 社
- 日本経済新聞社 (1999) 「トヨタ「奥田イズム」の挑戦」
- 日本経済新聞社 (2000) 「中部維新」
- 日本政策投資銀行地方開発部 (2003) 「地域レポート VOL.7 自動車産業集積地域の課題と展望 - 群馬県太田地区の持続的発展に向けて - 」
- 日本政策投資銀行ニューヨーク駐在員事務所 (2002) 「次世代エネルギー産業クラスター～燃料電池開発に賭ける米国ミシガン州の挑戦～」
- 燃料電池実用化戦略研究会 (2001) 「燃料電池実用化戦略研究会報告」
- 日野三十四 (2002) 「トヨタ経営システムの研究 - 永続的成長の原理 - 」 ダイヤモンド社
- 副大臣会議 燃料電池プロジェクトチーム (2002) 「燃料電池プロジェクトチーム報告書～日本発プロジェクト X 「地域再生のためのエンジンを開発せよ」～」
- 藤本隆宏 (1997) 「生産システムの進化論」 (株)有斐閣
- 藤本隆宏 (2000) 「20 世紀の日本型生産システム」 一橋ビジネスレビュー特集論文
- 藤本隆宏 (2003) 「能力構築競争」 中公新書

藤本隆宏、武石彰、青島矢一（2001）「ビジネス・アーキテクチャ 製品・組織・プロセスの戦略的設計」  
株式会社有斐閣

藤本隆宏（2003）『JCER 創立 40 周年特別企画「産業再生 - 競争力強化の処方箋」』 日本経済研究センター会報 2003 年 7 月号

本間琢也（2003）「水素社会への期待と課題」 原子力 eye2003 年 1 月号

前間孝則（2002）「トヨタ VS ベンツ VS ホンダ - 世界自動車戦争の構図」 株式会社講談社

山本寛（2003）「身近になる燃料電池のスゴさ」 エコノミスト 2003 年 4 月 8 日号

若山富士雄、杉本忠明（2002）「トヨタ 1 兆円の経営哲学」 オーエス出版株式会社

2002 年 4 月 10 日付日本経済新聞記事「堅実に挑む中部企業」

2002 年 11 月 5、6 日付日刊工業新聞記事「あくなき原価低減 トヨタと系列部品会社（上下）」

2003 年 2 月 12 日付日刊工業新聞記事「トヨタ モジュール発注本格化」

2003 年 2 月 25 日付朝日新聞記事「トヨタ・富士重 車の IT 化で提携」

2003 年 4 月 10 日付日刊工業新聞記事「トヨタ、新車開発体制を見直し」

2003 年 4 月 11 日付日本経済新聞記事「トヨタ系 7 社 中途採用を急拡大」

各社社会案内、HP

以上

DBJ Tokai Report 既刊目録

Vol.1 東海地域における市町村合併の効果について (平成 15 年 5 月)

DBJ Tokai Report

Vol.2

平成 15 年 11 月発行

日本政策投資銀行東海支店 企画調査課 (執筆担当 松戸元気)

名古屋市中区丸の内 1-17-19

TEL 052-231-7564